

Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) EP 0 957 187 A2

AD

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
17.11.1999 Patentblatt 1999/46

(51) Int. Cl.⁶: D01D 5/08, D01D 5/088

(21) Anmeldenummer: 99109026.7

(22) Anmeldetag: 07.05.1999

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: 14.05.1998 DE 19821778

(71) Anmelder: EMS-INVENTA AG
8002 Zürich (CH)

(72) Erfinder:
• Stein, Manfred Dr. rer. nat.
7013 Domat/Ems (CH)
• Baumann, Christian Dipl. Masch.-Ing.(ETH)
7015 Tamins (CH)
• Kemp, Ulrich Dipl.-Ing. (FH)
7013 Domat/Ems (CH)

• Goosens, Gunter Dipl.-Ing. (FH)
7014 Trin (CH)

(74) Vertreter:
Hotz, Klaus, Dipl.-El.-Ing./ETH
Patentanwalt
c/o OK pat AG
Hinterbergstrasse 36
Postfach 5254
6330 Cham (CH)

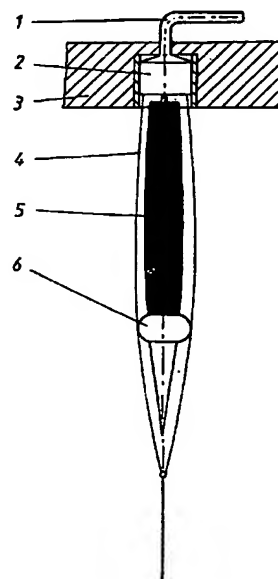
Bemerkungen:

A request for correction of the description has been filed pursuant to Rule 88 EPC. A decision on the request will be taken during the proceedings before the Examining Division (Guidelines for Examination in the EPO, A-V, 3.).

(54) **Vorrichtung und Verfahren zur Herstellung von Mikrofilamenten von hoher Titer-Gleichmässigkeit aus thermoplastischen Polymeren**

(57) Es werden eine Vorrichtung und ein Verfahren gezeigt, mit denen Mikrofilamentgarne aus synthetischen Polymeren mit höherer Gleichmässigkeit von Titer, Anfärbbarkeit und verbesserten physikalischen Garneigenschaften bei erhöhter Produktionsgeschwindigkeit in einem Spinnprozess mittels Spinndüsenplatten mit hoher Lochdichte und einer zentralen Abkühleinheit hergestellt werden können.

Fig. 8



EP 0 957 187 A2

Beschreibung

- [0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Herstellung von Mikrofilamentgarnen aus thermoplastischen Polymeren mit hoher Titer-Gleichmässigkeit, (Uster-Wert) welche vorzugsweise zur textilen Weiterverarbeitung vorgesehen sind.
- [0002] Die Herstellung von Filamenten und Filamentgarnen aus thermoplastischen Polymeren erfolgt im allgemeinen nach dem Schmelzspinnverfahren.
- [0003] Ausgehend von einem Schmelzestrom, der von einem Extruder oder direkt aus einer Polykondensationsanlage geliefert wird, wird das Polymer durch Spinnpumpen zu den einzelnen Spindüsen verteilt. Nach Austritt der Schmelze aus den Kapillar-Bohrungen der Düsen in Form von feinen Filamenten, werden diese mit Hilfe eines Kühlmediums abgekühlt, danach zusammengefasst oder gebündelt, mit Spinnpräparation beaufschlagt und aufgewickelt.
- [0004] In den Anfängen der Entwicklung von Schmelzspinnverfahren wurden die gesponnenen Fäden, ohne aktive Unterstützung einer Vorrichtung, lediglich durch ihre vertikale Eigenbewegung im Luftmedium auf dem Wege zur Aufwicklung abgekühlt.
- [0005] Seit Mitte der fünfziger Jahre werden zur Reduzierung der Maschinenhöhe und zur Kapazitätssteigerung aktive Kühlsysteme vorwiegend unter Berücksichtigung einer Querstromanblasung eingesetzt.
- [0006] Die Abkühlung der Filamente ist im Gesamtprozess der Herstellung eines polymeren Fadens ein sehr wesentlicher Verfahrensschritt. Durch ihn werden die Massengleichmässigkeit, die Qualität der Anfärbung, sowie die textilen Eigenschaften wie Festigkeit und Dehnung des Garnes beeinflusst.
- [0007] Seit etwa zehn Jahren zeichnet sich in der Spinn Technologie eine Entwicklung zur Herstellung von Filamentgarnen mit immer feineren Einzelfilament-Titern, sogenannten Mikrofilamenten mit einer Feinheit unter 1 dtex pro Filament, ab.
- [0008] Die für die textile Weiterverarbeitung üblichen Filamentgarne mit einem Gesamtiter von 84 dtex bzw. 167 dtex setzen sich dann nicht mehr aus nur 36 bzw. 72 Filamenten, sondern nach dem heutigen Stand der Technik aus ca. 100 bis 200 Einzelfilamenten zusammen.
- [0009] Die Produkte aus derartig vielen Mikrofilamenten zeichnen sich durch besondere, für den Verbraucher vorteilhafte Eigenschaften aus.
- [0010] Nach dem Stand der Technik wird für die Abkühlung von Filamenten oder Fäden nach dem Schmelzspinnen üblicherweise eine sogenannte Querstromanblasung eingesetzt.
- [0011] Dies bedingt jedoch, dass für Garne mit hohen Filamentzahlen Spindüsenplatten mit grossem Durchmesser zu verwenden sind, da mit der Filamentabkühlung dieser Verfahren Lochdichten von etwa 8 Loch/cm² auf der Düsenplatte aus Gründen der Produktgleichmässigkeit nicht überschritten werden können.
- [0012] Grosse Spindüsenplatten ergeben jedoch Nachteile in Hinblick auf den Platzbedarf der Produktionsanlagen und in Bezug auf die Produktqualität durch die sich erhöhende Temperaturungleichmässigkeit über die Oberfläche der Spindüsenplatte sowie durch die vergrösserte Verweilzeit der Polymerschmelze im Düsenpaket. Vorrichtungen die sich zum Spinnen von vielkapillaren Produkten als besonders geeignet gezeigt haben, sind beispielsweise aus *DE 36 29 731 A1*, *DE 196 53 451* oder *WO 92/157 32 A1* bekannt.
- [0013] Bei diesen Vorrichtungen werden die Filamente nach Austritt aus der Düsenplatte durch ein zentrales Anblasungssystem abgekühlt. Dazu werden die Filamente aus einer Spindüsenplatte gesponnen, deren Kapillarbohrungen auf einem oder mehreren bevorzugt konzentrischen Kreisen angeordnet sind. Der Durchmesser des kleinsten Kreises muss ausreichend gross sein um unterhalb der Spindüse zentral die Kühlvorrichtung, die sogenannte Anblaskerze, installieren zu können. Dieser Anblaskerze, bestehend aus einem rohrförmigen, porösen, gasdurchlässigen Hohlkörper, wird von einem Rohrende her Kühlluft zugeführt, das gegenüberliegende Rohrende ist verschlossen. Die Kühlluft strömt durch die poröse Kerze radial nach aussen und kühlt so die konzentrisch um sie herum angeordneten Filamente. Nach dem Passieren der Anblaszone streifen die Filamente einen Ring zur Auftragung der Spinnpräparation. Abschliessend werden sie unterhalb der Blaskerze zu einem Strang zusammengefasst. Die so gesponnenen Filamente eignen sich zur Stapelfaserherstellung.
- [0014] In der Patentschrift *DE 196 53 451* wird eine zentrale Anblasung zur Herstellung von technischen Garnen aus einer hohen Anzahl von Einzelfilamenten mit hohen Kapillartitern von über 1 dtex/fil. die sich durch einem niedrigen Schrumpf und einen hohen Modul auszeichnen, beansprucht.
- [0015] In der *US 3,969,462* wird die Herstellung von grobtrügigem, technischen Polyestergerne unter Verwendung einer zentralen Abkühlungseinheit beschrieben, die mit einer etwa 15 bis 60 cm langem nichtdurchblasenen aber von aussen beheizten Zone beginnt, um die Uster-Einheitlichkeit des Garns zu verbessern.
- [0016] Zu Vermeidung von Spinnstörungen wird in der DE-Offenlegungsschrift *DE 38 22 571 A1* eine zentrale Anblasvorrichtung mit einer Ringschlitzblende beschrieben, welche zwischen Düsenplatte und Anblaskerze angeordnet ist. Es wird darauf hingewiesen, dass es in der Praxis ohne eine solche Anordnung häufig zu Betriebsstörungen durch Filamentbrüche kommt und die Massengleichmässigkeit der Filamente im Vergleich zu einer Querstromanblasung nur unzureichend bleibt.

- [0017] Die aus dem Stand der Technik bekannten Vorrichtungen haben sich zwar für die Herstellung von Produkten mit einem hohen Durchsatz bewährt, wie sie bei der Herstellung von Stapelfasern oder zur Herstellung von technischen Garnen notwendig sind, sie sind aber für die Produktion von Mikrofilament-Endlosfasern, bei der der Durchsatz pro Düse wesentlich geringer ist, ungenügend. Für die Herstellung von Mikrofilament-Garnen treten deutliche Nachteile auf, die im folgenden näher beschrieben werden:
- [0018] Für den Fachmann ist das Spinnen von Mikrofilamenten für textile Garne keineswegs trivial. Wie aus dem Stand der Technik bekannt ist, besteht bei solchen Produkten die Gefahr, dass die Spinnndüsenplatte wegen des geringen Schmelzedurchsatzes auskühlt und dadurch vermehrt Spinnprobleme auftreten, wie sie von *Th. Tekaas in Chemiefasern/Textilindustrie, 42./94. Jahrgang, S.879* beschrieben werden.
- [0019] Daher wurden die bekannten Vorrichtungen nur für schwere Titer deutlich über 1 dtex/fil oder aber in Faserspinnverfahren mit sehr hohen Lochzahlen in einer Düsenplatte eingesetzt. In der *DE 37 08 168 C2* werden beispielsweise über 700 Loch pro Düsenplatte genannt. In Faserspinnverfahren wird der Spinnndüsenplatte durch den notwendigen hohen Schmelzedurchsatz genügend Wärme durch die Schmelzernasse zugeführt.
- [0020] Um der Abkühlung der Spinnndüsenplatte bei der Herstellung von Mikrofilamenten zu begegnen, behilft sich der Fachmann dann, besonders im Falle der Querströmanblasung, mit höheren Spinn-, beziehungsweise Schmelztemperaturen. Höhere Temperaturen beeinträchtigen aber in erheblichen Masse die Zuverlässigkeit des Prozesses, beziehungsweise erhöhen die Häufigkeit von Unterbrüchen aufgrund der erhöhten thermischen Zersetzungsrate der Polymerschmelze in Spinnbalken und Düsenpaket und der zunehmenden Verunreinigungen auf der Oberfläche der Spinnndüsenplatte.
- [0021] In der unveröffentlichten DE Patentschrift *DE 197 16 394.7-26* wird eine Vorrichtung zur passiven Abkühlung gesponnener Filamente beschrieben, mit der sich nur Lochzahlen von maximal 300 für Düsenplatten der üblichen Grösse mit Durchmesser bis zu 110 mm nur Lochdichten um 10 Loch/cm² erreichen lassen.
- [0022] In der *EP 0 646 198 B1* wird für Düsenplatten mit kreisförmiger Lochanordnung eine Lochdichte von nur max. 25 Loch/cm² erreicht.
- [0023] Damit bleibt die aus dem Stand der Technik bekannte Obergrenze der Lochdichte unter 30 Loch/cm². Höhere Lochdichten lassen sich ohne Einbussen in der Qualität und in der Spinnbarkeit auch mit dieser Vorrichtung nicht verwirklichen.
- [0024] Die im genannten Stand der Technik beschriebenen Vorrichtungen und Verfahren können dieses Ziel nicht erreichen.
- [0025] Für die vorliegende Erfindung lag somit die Aufgabe zugrunde, für das Spinnen von Mikrofilamentgarnen aus thermoplastischen Polymeren mit einem Einzelkapillartiter kleiner als 1 dtex/ Filament mit Hilfe einer geeigneten Vorrichtung insbesondere den Verfahrensschritt des Abkühlens so zu gestalten, dass die Anzahl der Spinnstörungen reduziert wird und Mikrofilamentgarne mit verbesserten textilmechanischen Eigenschaften und gleichmässigerer Anfärbbarkeit resultieren, wobei Equipment- und Produktionskosten möglichst zu verringern sind.
- [0026] Die Aufgabe wird gelöst durch die kennzeichnenden Merkmale einer Vorrichtung zur Herstellung Mikrofilamentgarnen aus thermoplastischen Polymeren mit maximal 500 dtex Gesamtiter und Filament- Einzeltitern von maximal 1 dtex, bevorzugt maximal 0,8 dtex und hoher Titergleichmässigkeit gemäss Anspruch 1, durch ein Verfahren zur Herstellung dieser Mikrofilamente nach Anspruch 24 unter Verwendung einer erfindungsgemässen Vorrichtung und die so hergestellten Mikrofilamente gemäss Anspruch 37.
- [0027] Überraschenderweise hat sich nun gezeigt, dass sich in der erfindungsgemässen Vorrichtung, welche eine geeignete aktive zentrale Abkühlereinheit beinhaltet, für die Herstellung von Mikro-Filamentgarnen bis maximal 500 dtex, bevorzugt bis 250 dtex, mit einem Kapillar-Einzeltiter von kleiner als 1 dtex/Filament, bevorzugt unter 0,8 dtex/Filament, sehr hohe Lochdichten erreichen lassen.
- [0028] Es hat sich weiter unerwartet gezeigt, dass solche hohen Lochdichten am sichersten dann realisiert werden können, wenn die Filamente unmittelbar nach dem Austritt aus der Spinnndüse abgekühlt werden.
- [0029] Für die Produktion von Mikrofilamenten zeigte sich somit die in der Offenlegungsschrift *DE 38 22 571 A1* beschriebene Ringschlitzblende als ungenügend geeignet.
- [0030] Es genügt auch nicht, die Filamente nur in einem schmalen, schlitzförmigen Segment in der Nähe der Düse abzukühlen, wie es in der *DE 195 44 662 A1* beansprucht ist.
- [0031] Um die gestellte Aufgabe erfüllen zu können, mussten die Kühlfunktion der zentralen Abkühlereinheit erarbeitet, ihre Positionierung und ihre Form neu entwickelt werden.
- [0032] Auch für die Funktion der erfindungsgemässen Vorrichtung ist es wesentlich, dass die Verfestigung der Filamente vor der ersten Berührung mit den Fadenleitorganen der Vorrichtung erfolgt und die Verteilung der Anblasluftgeschwindigkeit über den Querschnitt möglichst konstant ist.
- [0033] Des Weiteren muss ein möglichst homogenes Temperaturprofil über die Düsenplatte gewährleistet sein, d. h. es müssen besondere Vorkehrungen getroffen werden, die ein inhomogenes Abkühlen der Düsenplatte weitgehend vermeiden. Die erfindungsgemässe Vorrichtung mit der integrierten Abkühlereinheit gewährleistet für Spinnndüsenplatten mit besonders hoher Lochzahl im Vergleich zur Querströmanblasung eine sehr einheitliche Abkühlung der Filamente.

[0034] Da die Gesamtheit der Filamente die sogenannte Blaskerze wie ein rohrförmiger Mantel umhüllen, tendiert die radial eingetragene Kühlluft, diesen Mantel bikonisch aufzuweiten, um entweichen zu können. Diese Aufweitung des Filament-Mantels stabilisiert die Positionen der einzelnen Filamente zusätzlich wie auf einem Luftkissen und verhindert durch den sich vergrößernden seitlichen Abstand der einzelnen Filamente eine gegenseitige Berührung. Dadurch kann der seitliche Abstand zwischen zwei Kapillarbohrungen in der Spinnösenplatte gegenüber dem Stand der Technik deutlich verringert werden.

[0035] Dies ermöglicht wiederum wesentlich mehr Kapillarbohrungen oder Düsenlöcher pro Lochkreis, wodurch die Anzahl der Lochreihen gegenüber der Querstromanblasung sehr deutlich reduziert werden kann. Weniger luftdurchströmte Lochreihen haben geringere Produktunterschiede zur Folge.

[0036] Im Gegensatz zu einer Querstromanblasung kommt es bei der erfindungsgemässen Vorrichtung in Folge der gleichmässigeren Abkühlung der Einzelfilamente somit zu nur sehr geringen Masseunterschieden zwischen den einzelnen Filamenten. Diese sehr geringen Unterschiede sind wiederum ausschlaggebend für die guten CV-Werte der textilphysikalischen Eigenschaften.

[0037] Die erfindungsgemässe Vorrichtung löst die gestellte Aufgabe insbesondere dadurch, dass eine Spinnösenplatte, die bei einem nach dem Stand der Technik üblichen Durchmesser bis zu 110 mm und bis zu 600 Kapillarbohrungen eine sehr hohen Lochdichte von bis zu 40 Loch pro cm² wirksame Austrittsfläche (der Lochreihen) aufweist, mit einer aktiven Abkühleinheit kombiniert ist, die die Abkühlung der austretenden Filamente direkt unter der Düse im Abstand S beginnen lässt und auf einem durch einen über die gesamte kühlwirksame Länge mit gleichmässiger Geschwindigkeit austretenden abkühlenden Luftstrom gebildeten Luftkissen bis zur Verfestigung und Präparierung weiterführt.

[0038] Wenn dies nicht geschieht, geraten die Filamente unkontrolliert in Schwingungen, welche den Uster-Wert für die Gleichmässigkeit massgeblich verschlechtern. Zur Erläuterung der Ausführungsbeispiele der Erfindung dienen die folgenden Figuren 1 bis 10, die teilweise im Längs- und Querschnitt dargestellt sind. Es zeigen:

- Fig. 1a,b: schematische Übersicht über Vorrichtung und Verfahren
- Fig.2a: gelochte Struktur einer Einfahrvorrichtung
- Fig.2b: geschuppte Struktur einer Einfahrvorrichtung
- Fig.3: Vorrichtung mit tropfenförmigem Fadenführer
- Fig.4a,b: Präparationsauftrag durch mehrere Präparationsapplikatoren
- Fig 5a: Positionierfadenführer mit ringförmigem Spalt
- Fig.5b: trompetenförmiger Positionierfadenführer
- Fig.6a,b: Vorrichtung ohne Fadenführer
- Fig.7: Verfahren mit zwei separaten Filamentbündeln
- Fig.8: bikonisch geformter Schlauch als Abkühleinheit
- Fig.9a: Faltenbalg als eine Abkühleinheit
- Fig.9b: steckbare Form einer Abkühleinheit
- Fig.10a,b: Abkühleinheit mit oberen und unteren Rohrteil
- Fig. 11: Spinnanlage mit eingeschwenkten Abkühleinheiten
- Fig.12: Spinnanlage mit ausgeschwenkten Abkühleinheiten (Servicestellung)
- Fig. 13: Seitenansicht der Abkühleinheit mit schematisch dargestellten Bewegungsphasen

[0039] Die erfindungsgemässe Vorrichtung ist in Fig. 1a und 1b schematisch dargestellt mit: Schmelzeleitung 1 für die Zuführung der Polymerschmelze zur Spinnösenplatte 2 im Spinnbalken 3, die aus den Kapillar-Bohrungen der Spinnösenplatte 2 austretenden Filamente 4, die an der Abkühleinheit 5, welche sich (im eingefahrenen Zustand) im Abstand S zentriert unter der Spinnösenplatte 2 befindet, zur Verfestigung entlang geführt werden, wobei die Lk die kühlwirksame Länge der Abkühleinheit 5 ist, der Positionierfadenführer 6, der Arm der Einfahr-Vorrichtungen 7 mit den (nicht sichtbaren) integrierten Luftzuführungen, die Aufwickereinheit 8.

[0040] Die Abkühleinheit 5 ist im Abstand S von maximal 35 mm mit einem Zentrierdorn düsensymmetrisch zentral unter der Spinnösenplatte 2 fixiert. Dieser Abstand S ist titerabhängig variabel einstellbar.

[0041] Zur Vermeidung von Temperaturunterschieden über den gesamten Querschnitt der austrittseitigen Oberfläche der Spinnösenplatte 2 und zwischen Spinnösenplatte 2 und Abkühleinheit 5 ist der Zwischenraum in der geometrischen Verlängerung des Kerzendurchmessers mit dem Abstand S thermisch isoliert oder mit zusätzlichen Heiz- oder Kühlelementen versehen.

[0042] Die Isolation ermöglicht, nicht nur die Temperatur der Oberfläche der Spinnösenplatte weitgehend konstant, sondern auch zugleich 5 bis 10°C unter der Temperatur der austretenden Schmelze zu halten.

[0043] Eine derartige Isolation besteht vorzugsweise aus einem Material mit niedriger thermischer Leitfähigkeit.

[0044] In einer bevorzugten Ausführungsform ist die Isolierung in der Spinnösenplatte 2 integriert.

[0045] Die ring- oder kreisförmige Anordnung der Kapillar-Bohrungen in der Spinnösenplatte 2 ist in bevorzugten

Ausführungsvarianten unterbrochen oder in Gruppen aufgeteilt, um das separate Zusammenfassen von Filamenten 4 mit Hilfe separater Fadenleitorgane in separate Filamentbündel zu erleichtern oder den Bereich über der Einfahr-
richtung 7 der Abkühleinheit 5 frei von Filamenten 4 zu halten.

5 [0046] Die aktive Abkühleinheit 5 besteht aus einem schlauchförmigen luftdurchlässigen Gewebe (Fig.8), dass sich unter dem Druck der austretenden Kühlluft bikonisch ausweitet oder aus einem perforierten Rohrteil mit einseitiger Luft-
zuleitung (Fig.7), während das andere, spinddüsenseitige Ende geschlossen ist.

[0047] In anderen besonderen Ausführungsvarianten besteht die Abkühleinheit aus je einem von der Einfahr-
richtung aus nach oben gegen die Spinddüsenplatte 2 und einem im Filamentverlauf nach unten gerichteten Rohrteil
(Fig.10a, b)

10 [0048] In einer weiteren besonderen Ausführungsform ist der untere Rohrteil konusartig spitz nach unten zusammen-
laufend ausgeführt. Die Abkühleinheit 5 ist sowohl in ihrer Länge, als auch in ihrem Durchmesser variierbar und damit
an Spinnbedingungen, speziell die Spinnengeschwindigkeit und an den Spinntiter der Filamente anpassbar.

[0049] Die bevorzugten Durchmesser liegen im Bereich zwischen 10 und 106 mm und sind insbesondere vorteilhaft
1 bis 40 mm kleiner als der Innenkreis der ringförmigen Kapillar-Bohrungen in der Spinddüsenplatte 2. Die Länge, ins-
besondere die kühlungswirksame Länge L_k ist durch die Länge des perforierten Teils und wahlweise durch zusätzliche
nichtperforierte oder unterschiedlich perforierte Zwischenringe einstellbar. Sie liegt bevorzugt im Bereich zwischen 50
und 1000 mm.

[0050] Zur Veränderung von L_k ist die Abkühleinheit 5 in besonderen Varianten als Faltenbalg oder steckbar ausge-
führt (Fig.9a,b).

20 [0051] In weiteren Ausführungsformen ist die Perforation der Abkühleinheit 5 durch Lochgröße und Form, durch
Abstand der Löcher, die Lochtiefe bzw Wandstärke der Einheit und ihre Ausrichtung, sowie durch unterschiedliche Aus-
führung dieser Parameter über die Länge der Einheit zur Regelung der Anblasluft ausgeführt, die im Bereich von 15 bis
200°C, oder bevorzugt von 18°C bis 10°C unter den T_g des versponnenen Polymeren temperierbar und deren Austritt-
geschwindigkeit ebenfalls steuerbar ist.

25 [0052] In speziellen Vorrichtungsvarianten wird die Anblasluft erst vor dem Austritt aus der Abkühleinheit 5 temperiert.
Das kann einheitlich oder in unterschiedlichen Bereichen mit unterschiedlicher Temperatur erfolgen.

[0053] In weiteren Ausführungsvarianten sind im Innern der Abkühleinheit 5 Verdrängungskörper zur Regelung der
Geschwindigkeit der Anblasluft, vorteilhaft zwischen 0,05 und 0,7 m/sek, oder Vorrichtungen zur Anwendung von
Anblasluft in Teilbereichen der Abkühleinheit 5 mit unterschiedlicher Temperatur eingebaut.

30 [0054] Die Abkühleinheit 5 ist durch den Arm einer Einfahrvorrichtung 7 horizontal und vertikal oder bevorzugt auf
einem vertikalen zirkularen Einschwenkweg 13 unter der Spinddüsenplatte 2 positionierbar, beziehungsweise vollstän-
dig aus dem Filamentverlauf ausschwenkbar.

[0055] Das Ein- und Ausschwenken ist mechanisch, pneumatisch oder elektronisch steuerbar und vorzugsweise mit
einem Fadenwächter kombiniert.

35 [0056] In besonders vorteilhaften Vorrichtungsvarianten geschieht das Ausschwenken der Abkühleinheit unter eige-
ner Schwerkraft- oder Federwirkung. Der Arm der Einfahrvorrichtung 7, in dem auch die Luftzufuhr zur Abkühleinheit 5
integriert ist, hat bevorzugt einen schmalen, bevorzugt rechteckigen oder ovalen Querschnitt.

[0057] In einer besonderen Ausführungsform ist er mit einer Oberflächengestaltung durch reibungsreduzierende dia-
gonal, rauten- oder schuppenförmig (Fig.2b) ausgebildete Strukturen oder Prägungen versehen, welche aus der die
40 Filamente begleitenden Luft ein Luftkissen erzeugen, das den direkten Kontakt der Filamente mit der Einfahr-
richtung 7 weitgehend verhindert.

[0058] In einer weiteren Ausführungsvariante ist der Arm mit kreis- (Fig.2a) oder schlitzförmigen Luftaustrittsöffnun-
gen versehen, die einen filamentabweisenden Luftstrom zum Schutz der Vorrichtung vor auftreffenden und ankleben-
den Filamenten entstehen lassen.

45 [0059] Die Öffnungen sind vorteilhaft in einem engen Raster gleichmässig oder aus Luftersparnisgründen nur an den
kritischen Punkten, d.h. an den Stellen, an denen ein Kontakt mit den Filamenten 4 vermieden werden muss, angeord-
net.

[0060] Es sind selbstverständlich auch Ausführungsformen aus einer Mischung aus Strukturen und Perforation sowie
eine Mischung verschiedener Strukturen und Perforationsgeometrien geeignet, sowie solche, in denen auch die Halte-
50 rung der Abkühleinheit perforiert ist.

[0061] In einer weiteren Variante wird der Arm der Einfahrvorrichtung 7 durch einen speziell gestalteten, beispiels-
weise tropfenförmigen Fadenführer (9 in Fig.3) vor der Berührung mit Filamenten geschützt, an dem der Kontakt für
alle Filamente an einer möglichst kleinen, genau definierten Oberfläche nahezu identisch ist.

55 [0062] Um unerwünschte oszillierende Eigenbewegungen der Filamente 4 auf der Abkühlstrecke zu vermeiden, ist
die Anordnung eines ringförmigen Positionierfadenführers 6 und 10 (Fig. 4) mit genügend grossem Durchmesser vor-
teilhaft.

[0063] Dieser Fadenführer ist entweder als ein trockener Fadenführer oder als Präparationsauftragsorgan ausgeführt.
Der fadenberührende Ring 10 des trockenen Fadenführers 6 besteht aus verschleissfestem Material z.B. keramischem

Aluminiumoxid oder einer ähnlich widerstandsfähigen beschichteten Oberfläche auf metallischem Grund.

[0064] Eine weitere Ausführungsform des ringförmigen Positionierfadenführers 10 zeigt Fig. 5a. Dabei wird ein Gasstrom durch einen ringförmigen Spalt geführt, wodurch die einzelnen Filamente 4 auf dem gesamten Ringumfang auf einem Gaspolster laufen und ein direkter Kontakt zwischen dem Positionierfadenführer 6 und den Filamenten 4 weitgehend verhindert wird.

[0065] In einer zusätzlichen Ausführungsform besteht der Positionierfadenführer 6 aus einem sich in Fadenlaufrichtung nach unten trichter- oder trompetenförmig erweiternden Konus gemäss Fig. 5b. Die von den Filamenten 4 mitgeführte Luft wird auf diesem Konus beschleunigt und gegen die Filamente 4 geführt. Durch diese umgelenkte Schleppluft wird ein Luftpolster ausgebildet, sodass der direkte Kontakt zwischen den Filamenten 4 und dem Fadenführer weitgehend verhindert wird.

[0066] Die Durchmesser der Fadenführer werden mit Vorteil nach der Formel (I) bemessen:

$$D_{pf} = \frac{\text{äussere DL} + \text{innere DL}}{2} - K \quad [\text{mm}] \quad \text{I}$$

D_{pf} = Durchmesser des Positionierfadenführers in mm,
DL = Durchmesser des Lochkreises der Kapillarbohrungen in mm,
D_{dp} = Durchmesser der Spinn Düsenplatte in mm

$$-\frac{D_{dp}}{4.75} \leq K \leq \frac{D_{dp}}{4.75}$$

[0067] Sie sind in gleicher Weise wie die Präparationseinrichtung vorteilhafterweise höhenverstellbar und mindestens 1 bis 40 mm vor dem wirksamen Ende der Abkühleinheit 5 fixierbar ausgeführt.

[0068] In einer weiteren besonderen Ausführungsform der Vorrichtung sind in Richtung des Filamentlaufs kurz vor dem Präparationsauftrag Luftabstreifbleche angebracht, die eine ungestörte und somit gleichmässige Auftragung der Präparation gewährleisten.

[0069] Als weitere Ausführungsform für das Zusammenfassen der Filamente und den Auftrag der Präparation gemäss Fig. 4 sind ein oder mehrere in Fadenlaufrichtung hintereinander angeordnete und durch eine Pumpe mit einer gleichförmigen Menge an Spinnpräparation versorgte, in der Höhe verstellbare, Präparationsapplikatoren 11 vorgesehen.

[0070] In Ausführungsvarianten, in denen die Präparation aufgesprüht wird, ist die Anbringung der Sprühdüsen sowohl für eine Arbeitsweise von innen nach aussen im Zentrum, als auch aussen für ein nach innen gerichtetes Sprühen vorteilhaft.

[0071] In einer besonderen Ausführungsform der erfindungsgemässen Vorrichtung ist für jedes Filamentbündel ein Fadenwächter vorgesehen, der einen Filamentbruch registriert und automatisch und umgehend eine Verriegelung löst, wodurch die Abkühleinheit, bevorzugt durch ihre eigene Schwerkraft aus dem Filamentenverlauf entfernt und eine Verschmutzung oder Beschädigung der Blaskerze sicher verhindert wird.

[0072] Die Erfindung beinhaltet auch ein Verfahren zum Herstellen von Mikrofilamentgarnen aus thermoplastischen Polymeren mit maximal 500 dtex und mit Filament-Einzeltitern von maximal 1 dtex mit hoher Titergleichmässigkeit mit der erfindungsgemässen Vorrichtung mit den Schritten

- Schmelzspinnen der Filamente mit einem Gesamttiter zwischen 22 und 500 dtex mit einer Spinn geschwindigkeit zwischen 2000 und 7000 m/min,
- gleichmässiges und positionsstabilisierendes Abkühlen der Filamente mit temperierter Luft durch die Abkühleinheit,
- wahlweises Aufteilen des Filamente an separaten Führungsorganen in ein oder mehrere separate Filamentbündel,
- Beaufschlagen der Filamentbündel mit Präparation, Aufwickeln der separaten Filamentbündel mit einer Geschwindigkeit zwischen 2000 und 7000 m/min,

wobei der Abstand S titerabhängig nach der Formel

$$S = \frac{1.4 \times \exp(2.01 \times TEK)}{\sqrt[4]{RL}} - 1 \text{ [mm]}$$

5

S = Abstand Düsenplatte in [mm]

TEK = Titer Einzelkapillare in dtex

RL = Anzahl hintereinander liegender Lochreihen auf der Düsenplatte

10

auf maximal 35 mm eingestellt wird und

wobei die Oberfläche der Düsenplatte gegenüber der Schmelzetemperatur eine über die gesamte Düsenplatte homogene Abkühlung bis zu 10°C erfahren kann und

wobei der Verfestigungspunkt der Filamentbündel in Abhängigkeit von Titer und Spinnengeschwindigkeit auf 1 bis 40 mm über dem Ende der kühlwirksamen Länge L_k der Abkühleinheit eingestellt wird.

15

[0073] Die bevorzugten Filament-Einzeltiter in diesem Verfahren liegen zwischen 0,1 und 1 dtex, bevorzugt zwischen 0,3 und 0,8 dtex und der besonders bevorzugte Gesamttiter des Garns bei maximal 250 dtex.

[0074] Die Abkühlung der gesponnenen Filamente durch die exakt zentrierte Abkühleinheit setzt in einem Abstand S unter der Spindüsenplatte ein, der maximal 35 mm und bevorzugt 5 bis 10 mm beträgt. Dabei ist es besonders vorteilhaft, wenn dieser Abstand S gegen die Umgebung isoliert ist. In bevorzugten Verfahrensvarianten ist dieser Abstand S beheizt oder gekühlt.

20

[0075] Schliessen die Spindüsenplatten nicht bündig mit dem Spinnbalken ab, d. h. ist die Düse um das Mass R in den Spinnbalken versenkt, so ist die Vorrichtung gemäss Fig. 1 in den Rücksprung auf den notwendigen Abstand S eingeführt.

25

[0076] Für die Anpassung an verschiedene Filamenttiter wird der Abstand S der Abkühleinheit von der Spindüsenplatte 2 im Bereich von 0 mm bis 35 mm, vorzugsweise in einem Bereich von 1 mm bis 10 mm eingestellt, wobei die folgende Korrelation gilt:

$$S = \frac{1.4 \times \exp(2.01 \times TEK)}{\sqrt[4]{RL}} - 1 \text{ [mm]}$$

30

S = Abstand Düsenplatte in [mm]

TEK = Titer Einzelkapillare in dtex

35

RL = Anzahl hintereinander liegender Lochreihen auf der Düsenplatte

[0077] Verfahrensvarianten mit beheiztem Zwischenraum sind besonders dann vorteilhaft, wenn sich beim Verspinnen des Polymeren im Düsenplattenbereich Ablagerungen aus Monomeren oder Oligomeren des Spinnungsgutes abscheiden.

40

[0078] Eine Heizung, welche störende Ansammlung von Ablagerungen an der Spitze der Abkühleinheit reduziert, erhöht in vorteilhafter Weise die Spinnbarkeit.

[0079] Die vorteilhaften Geschwindigkeiten der Anblasluft, gemessen im Abstand des innersten Lochkreis-Durchmessers der Kapillarbohrungen von der Mitte der Abkühleinheit, liegen zwischen 0,05 und 0,7 m/sec, bevorzugt zwischen 0,1 und 0,5 m/sec und sind auf Titer und Spinnengeschwindigkeit der Filamente abgestimmt. Dabei ist ein geeignetes Geschwindigkeitsprofil der Blasluft längs der Abkühleinheit 5 besonders wichtig.

45

[0080] Diese wird in vorteilhafter Weise durch die Verwendung von Verdrängungskörpern im Innern der Abkühleinheit gesteuert, wobei die Bildung von Turbulenzen vermieden werden muss.

[0081] In einer anderen Variante werden insbesondere die Art und Verteilung der Perforierung über die kühlwirksame Länge der Abkühleinheit titerabhängig variiert.

50

[0082] Die effektiv kühlwirksame Länge L_k der Anblasung beträgt mindestens 50 mm, maximal 1000 mm und liegt bevorzugt zwischen 100 und 500 mm.

[0083] Die Anblasluft wird vorteilhaft temperiert zwischen 15 und 200°C eingesetzt, in bevorzugten Verfahrensvarianten zwischen der normalen Raumtemperatur und 45°C. Sie wird in weiteren Varianten auf maximal 30 bis maximal 10°C unter dem T_G des versponnenen Polymeren temperiert.

55

[0084] In einer anderen Variante des Verfahrens wird nur die Blasluft für den oberen Austrittsbereich der sog. Blaskerze, bevorzugt für die oberen 1/3 bis 2/3 der kühlwirksamen Länge L_k, temperiert.

[0085] Der Durchmesser der Abkühleinheit 5 der erfindungsgemässen Vorrichtung hängt im wesentlichen von der Düsengeometrie ab. Übliche Durchmesser der Spindüsenplatten liegen in einem Bereich von 70 mm bis 110 mm.

[0086] Besonders vorteilhaft für den Abstand der Abkühleinheit 5 vom innersten Kreis der Kapillarbohrungen in der Spinnösenplatte 2 wird eine Radiusdifferenz von minimal 1 mm bis maximal 40 mm, bevorzugt aber minimal 2 mm bis maximal 30 mm eingestellt. Somit ergibt sich als Durchmesser für die Abkühleinheit der erfindungsgemässen Vorrichtung ein bevorzugter Bereich von minimal 10 bis maximal 106 mm. Besonders bevorzugt sind Durchmesser bis maximal etwa 60 mm.

[0087] Eine weitere besondere Verfahrensvariante verwendet eine Abkühleinheit aus einem schlauchförmigen, hitzebeständigen, luftdurchlässigen Gewebe, welches sich durch den Gasüberdruck in ihrem Innern aufbläht und bikonisch geformt dem Verlauf der Filamente angepasst werden kann. (Fig. 8). Durch den besonders geringen Abstand zum Filamentbündel über den Verlauf der kühlwirksamen Länge Lk wird eine hervorragende Gleichmässigkeit der Filamente erreicht.

[0088] Die kühlwirksame Länge Lk wird durch den grössten Titer des Verfahrens bestimmt. Wichtig ist, dass der Verfestigungspunkt des abgekühlten Filamentbündels vor der ersten Berührung mit der Vorrichtung liegt.

[0089] Dieser Punkt wird vorteilhaft mindestens 10 mm, bevorzugt aber mindestens 40 mm vor dem Ende der Länge Lk festgelegt. Über die Änderung der Länge Lk wird im erfindungsgemässen Verfahren die Herstellung unterschiedlicher Produkte und die Optimierung der Fadenspannung eingestellt.

[0090] So wird die Anpassung der Abkühleinheit an die verschiedenen Düsengeometrien, Titer- und Filamentzahlen und somit an die wechselnde Aerodynamik über die Länge Lk vorgenommen. Dabei hat sich die Verwendung einer in der Länge stufenlos verstellbaren FaltenbalgAusführung (Fig. 9a) und eine steckbare Ausführung (Fig. 9b) als besonders geeignet erwiesen. Die vorteilhafte Länge liegt zwischen 50 und 1000 mm, bevorzugt aber im Bereich von 100 mm bis 500 mm.

[0091] Sie kann auch vorteilhaft durch eingesetzte unperforierte oder anders perforierte Stücke angepasst werden. Dies ist eine besonders einfache Art und Weise, die Vorrichtung an verschiedene Schmelzedurchsätze und somit verschiedene Produkte anzupassen, aber auch um die für das Aufwickeln der Filamentgarne notwendige Fadenspannung zu regulieren.

[0092] Für in gewissen Zeitabständen erforderliche Servicearbeiten an der Spinnösenplatte ist die zentrale Abkühleinheit temporär aus dem Arbeitsbereich der Spinnöse zu entfernen. Dies geschieht am einfachsten auf die Weise, dass die Abkühleinheit um einen Drehpunkt in Richtung der Maschinenrückseite ausgeschwenkt wird.

[0093] Eine Mehrfach-Anordnung einer bevorzugten Ausführungsform der Vorrichtung ist in den Figuren 11, 12 und 13 schematisch dargestellt. Diese besteht aus mindestens einer Abkühleinheit 5, welche vollständig aus dem Bereich der laufenden Filamente 4 ausschwenkbar ist. In ihrer eingefahrenen Betriebsstellung greift sie durch einen an ihrer Spitze angeordneten Zentrierdorn in eine zentrisch in die Spinnösenplatte 2 eingebrachte Zentrierbohrung ein (Fig. 13).

[0094] Die Service-Stellung mit den ausgeschwenkten Abkühleinheiten ist in Fig. 12 dargestellt. Fig. 13 zeigt die Seitenansicht der Vorrichtung, in der die einzelnen Bewegungsphasen verfolgt werden können.

[0095] Die Anordnung ist gekennzeichnet durch einen zirkularen Einschwenkweg 13, dessen Achse 14 innerhalb des Querschnittes eines mit der Schwenkbewegung drehbaren Luftzuführkanals 15 verläuft, wobei mindestens eine, vorzugsweise aber eine beliebige größere Anzahl, besonders bevorzugt 2 bis 12 Abkühleinheiten 5, durch eine gemeinsame Ein- und Ausfahrmechanik in eine entsprechende Anzahl von Bündeln aus Filamenten 4 einschwenkbar sind, indem sie gemeinsam am Luftzuführkanal 15 über je einen die Blasluft vom Luftzuführkanal 15 zur Abkühleinheit 5 leitenden Stutzen oder Einfahrvorrichtung 7 befestigt sind und diese mindestens im Bereich des Filamentweges, nahe am Positionierfadenträger 6 flach gestaltet ist und bevorzugt einen schmalen Rechteck-Querschnitt aufweist. Die Schwenkbewegung wird aussen durch je einen Hebel 16 übertragen, der seinerseits durch einen nicht dargestellten Antrieb oder in bevorzugter Ausführungsform durch einen Griff 17 von Hand betätigt wird und dabei den Bogen 29 beschreibt, wobei in je einem Lagerpunkt 18 an den Hebeln 16 je ein zweiter Hebel 19 angelenkt ist, der an einer mit ihm verbundenen Traverse 20 je Abkühleinheit 5 einen pflugscharähnlichen Fadenteiler 21 trägt, so daß alle Fadenteiler 21 gemeinsam um die durch die Lagerpunkte 18 verlaufende Schwenkachse 28 schwenkbar sind und in der ausgeschwenkten Lage der Abkühleinheiten 5 durch ihre Schwerkraft in einem in Fig. 13 am linken Ende ihres gemeinsamen Schwenkweges um die Schwenkachse 28 des Fadenteilers 21 liegenden Endpunktes 22, der die aktive Stellung markiert, gehalten werden, der mit der Einschwenkbewegung der Abkühleinheiten 5 auf seinem Bogen 23 um Achse 14 mitschwenkt und vor der Abkühleinheit 5 in das Filamentbündel 4 eintaucht, das Bündel teilt, die einzelnen Filamente seitlich ablenkt, so daß diese nicht auf die einschwenkende Abkühleinheit 5 auflaufen, bis der am Schwerpunkt des Systems aus Hebel 19, Traverse 20 und Fadenteiler 21 angreifende Schwerkraftvektor 24 durch die gemeinsame Drehung um die Achse 14 die durch die Lagerpunkte 18 verlaufende Schwenkachse 28 geschnitten hat, so daß die Vorrichtung um die Lagerpunkte 18 in seine entgegengesetzte Endlage 25 und damit in seine passive oder Service-Stellung kippt, wodurch die Fadenteiler 21 aus dem Filamentbündel 4 ausschwenken und dieses auf dem letzten Teil des Einfahrweges 13 der Abkühleinheit 5 freigibt, so daß die Zentrierdorne in die ihnen zugeordneten Zentrierbohrungen in den Spinnösenplatten 2 einfahren können, gleichzeitig der gesamte Weg der Filamentbündel 4 für den Spinnvorgang freigegeben wird, und sich der beschriebene Vorgang während des Ausschwenkens der Abkühleinheit 5 aus

dem Weg des Filamentbündels 4 in umgekehrter Reihenfolge wiederholt.

[0096] Sobald eine Spinnstörung eintritt (Ansprechen eines Fadenbruchwächters), schwenkt die Abkühlvorrichtung 5 selbsttätig, durch ihre Schwerkraft, eine beim Einschwenken gespannte Feder oder einen mit Fremdenergie gespeisten Antrieb, aus dem Bereich der laufenden Filamente aus, bis in eine Servicestellung nach Fig. 12. Die hierzu erforderliche Mechanik und Getriebearrangement gehört nicht zur vorliegenden Erfindung und ist daher - aus Gründen der Übersichtlichkeit - nicht dargestellt.

[0097] Um ferner zu vermeiden, dass während des Spinnverfahrens ein zu grosser Wärmestrom von der Spinndüsenplatte 2 über den Zentriertorn abgeleitet wird, werden Spinndüsenplatten 2 eingesetzt, die in ihrem zentralen Bereich um die Zentrierbohrungen vorteilhaft wärmeisoliert ausgeführt sind, was bevorzugt durch eine Ausnehmung 26 erfolgt, die mit wärmeisolierendem Material gefüllt oder in einer anderen Ausführungsform evakuiert gegebenenfalls beheizt und durch eine vorzugsweise eingeschweisste Abdeckung 27 abgeschlossen ist.

[0098] Die Luftzuleitung ist durch eine arretierbare Drosseleinrichtung 12 für jede der einzelnen Einfahr-Vorrichtungen 7 oder Stützen justierbar.

[0099] Die Filamente werden nach dem Abkühlen und Verfestigen von Fadenleitorganen gebündelt und nachfolgend durch Kontakt oder Aufsprühen mit Präparation beaufschlagt, wobei Fadenführer und/oder Präparationseinheit mindestens 1 bis 40 mm vor dem Ende der kühlwirksamen Länge L_k positioniert werden. Dabei wird bevorzugt der für das gesponnene Garn vorteilhafte Konvergenzpunkt berücksichtigt. Die konzentrisch um die Abkühlleinheit angeordneten Filamente können im Bereich der Einfahrvorrichtung diese in unpräpariertem Zustand unbeabsichtigt berühren was dazu führt, dass diese gegenüber den restlichen Filamente geänderte Eigenschaften aufweisen, was unerwünscht ist.

[0100] Im einfachsten Falle wird dieses Berühren verhindert, indem eine Spinn Düsenplatte eingesetzt wird, die im Bereich über der Einfahrvorrichtung keine Kapillarbohrungen aufweist, die konzentrischen Kreise Düsenlöcher der an dieser Stelle also unterbrochen sind. Soll aus Gründen einer möglichst homogenen Polymerverteilung der Kreis der Kapillarbohrungen nicht unterbrochen werden, sieht eine besondere erfindungsgemässe Ausführungsform der Abkühlleinrichtung die Anordnung eines Fadenführers unterhalb der Luftzuführung gemäss Fig. 3 vor, der im Bereich des Filamentkontaktes mit der Einfahrvorrichtung eine tropfenähnliche Form aufweist, wodurch der Kontakt nur an diesem Fadenführer stattfindet und für alle Filamente eines Bündels nahezu identisch ist.

[0101] Eine weitere Verfahrensvariante ist die Erzeugung eines Luftkissens aus der die Filamente begleitenden Luft durch die die Anordnung von reibungs-reduzierenden Strukturen oder Prägungen in Form von Schuppen (Fig. 2b), Rauten, Diagonalen etc. auf der Oberfläche des Armes der Einfahrvorrichtung im Bereich des Filamentkontaktes vor, wodurch ein direkter Kontakt zwischen Filamenten und Arm der Einfahrvorrichtung weitgehendst verhindert wird.

[0102] Eine weitere Verfahrensvariante liegt in der Vermeidung eines trocknenen Kontaktes zwischen Filamenten und Einfahrvorrichtung. Fig. 2b zeigt beispielhaft, wie diese Vorrichtung im Bereich der vorbeigeführten Filamente mit feinen Öffnungen versehen ist, welche durch austretende Luft ein Luftpolster entstehen lassen, das den Kontakt der Filamente mit der Vorrichtung verhindert.

[0103] Die Austrittsöffnung der Luft ist dabei so gestaltet, dass diese gleichmässig radial strömt. In einer besonderen Ausführungsform ist vorgesehen, dass die Luft in Richtung der Filamentaufrichtung gerichtet ist.

[0104] Eine weitere Verfahrensvariante ist der Auftrag der Spinnpräparation gemäss Fig. 4 nach dem Bündeln der Filamente durch einen oder mehrere in Fadenlaufrichtung hintereinander angeordnete und durch eine Pumpe mit einer gleichförmigen Menge an Spinnpräparation versorgte Präparationsapplikatoren 11.

[0105] In bevorzugten Ausführungsvarianten kann die Präparation sowohl von innen nach aussen als auch von aussen nach innen gerichtet aufgesprüht werden.

[0106] In einer weiteren Verfahrensvariante gewährleisten kurz vor dem Präparationsauftrag im Filamentlauf Luftabstreifbleche die ungestörte und somit gleichmässige Auftragung der Präparation. Um unerwünschte oszillierende Eigenbewegungen der Filamente auf der Abkühlstrecke zu vermeiden, ist die zusätzliche Anordnung eines ringförmigen trockenen oder als Präparationsauftragsorgan ausgeführten Positionierfadenführers 6 mit genügend grossem Durchmesser vorteilhaft (Fig. 4.).

[0107] Gemäss Fig. 5a wird in einer weiteren Verfahrensvariante in einem Positionierfadenführer ein Gasstrom durch den ringförmigen Spalt geführt, wodurch die einzelnen Filamente auf dem gesamten Ringumfang auf einem Gaspolster laufen und die Reibung zwischen dem Positionierfadenführer und den Filamenten vermindert wird. In einer zusätzlichen Variante wird ein Positionierfadenführer aus einem sich in Filamentlaufrichtung nach unten trompetenförmig erweiternden Konus gemäss Fig. 5b eingesetzt. Die von den Filamenten mitgeführte Luft wird auf diesem Konus umgelenkt und gegen die Filamente geführt. Durch diese umgelenkte Schleppluft wird ein Luftpolster ausgebildet, sodass die direkte Reibung zwischen den Filamenten und dem Fadenführer vermieden wird.

[0108] In Verfahrensvarianten unter Einsatz einer Abkühlleinheit 5, die nach unten konusförmig spitz zusammenlaufend ausgeführt ist, können extrem kurze Längen bis zur Bündelung der Filamente 4 realisiert werden, wobei auf einen Positionierfadenführer verzichtet werden kann.

[0109] In einer besonders geeigneten Verfahrensausführung werden, wie in Fig. 6 gezeigt, die Filamente ohne vorherige Berührung direkt dem Präparationsauftrag 11 zugeführt.

[0110] Für das Spinnen von mehreren Filamentbündeln aus einer Spinnösenplatte 2 wird die Filamentschar gemäss der Fig. 7 geteilt und die entstehenden Filamentbündel separat zusammengefasst, behandelt und aufgewickelt.

[0111] Durch diese Verfahrensweise gelingt es, die Equipmentkosten und damit die Herstellungskosten ohne Qualitätsminderung deutlich zu reduzieren.

5 [0112] Um bei einem Filamentbruch das Aufstauen der nicht mehr abtransportierten Filamente auf der Abkühleinheit oder auf einem Fadenleitorgan zu vermeiden, sieht das erfindungsgemässe Verfahren für jedes Filamentbündel einen Fadenwächter vor. Meldet dieser Fadenwächter einen Bruch, wird automatisch und umgehend eine (nicht dargestellte) Verriegelung gelöst, wodurch die Abkühleinheit durch ihre eigene Schwerkraft oder durch Federkraft aus dem Filamentverlauf entfernt, in eine sogenannte Serviceposition gebracht und dadurch eine Beschädigung oder Verschmutzung
10 der Blaskerze oder sogar der Spinnösenplatte sicher verhindert wird.

[0113] Durch die mit der zentrale Abkühleinheit 5 erreichbare gleichmässigeren und positionsstabilisierende Anblasung der Filamente kann die Lochdichte der Spinnösenplatten 2 im Gegensatz zu 8 Loch/cm² für eine Querstromanblasung und 25 Loch/cm² für eine Vorrichtung gemäss der Patentschrift EP 0 646 189 B1 im erfindungsgemässen Verfahren auf bis zu 40 Loch/cm² bevorzugt aber bis zu 35 Loch/cm² erhöht werden

15 [0114] Zugleich wird auch die Gleichmässigkeit der Einzelfilamente und damit des Filamentgarnes verbessert. Für die Berechnung der Lochdichte wird, analog Patentschrift EP 0 646 189 B1 die für die Extrusion entscheidende Fläche berücksichtigt.

[0115] Durch die erhöhte Gleichmässigkeit der nach dem erfindungsgemässen Verfahren hergestellten Mikrofilamente gelingt es

- 20 • die Produktionsgeschwindigkeit zu steigern,
- die Produktionsausfallzeit zu minimieren,
- den Platzbedarf der Spinnmaschine zu reduzieren,
- den Durchmesser der Spinnösenplatten infolge der erhöhten Lochdichte zu reduzieren, oder
- 25 • bei unverändertem Spinnösenplattendurchmesser mehrere separate Filamentbündel pro Düsenplatte zu spinnen, separat weiterzubehandeln und aufzuwickeln, beziehungsweise
- zur Erzeugung einer festgelegten Fadenzahl pro Maschine die Anzahl der Spinnösenplatten und/oder die Länge der Spinnanlage, das heisst des Spinnbalkens deutlich zu reduzieren und damit
- die Investitionskosten der Anlage und somit auch die Produktkosten beträchtlich zu senken.

30 [0116] Das Prinzip des erfindungsgemässen Verfahrens ist in Fig. 1 dargestellt:

Die Polymerschmelze wird über die Schmelzeleitung 1 der Spinnösenplatte 2 im Spinnbalken 3 zugeführt. Die Schmelze tritt dann in Form von Filamenten 4 aus den Kapillarbohrungen der Spinnösenplatte 2 aus. Diese werden zur Verfestigung konzentrisch an der Abkühleinheit 5 der erfindungsgemässen Vorrichtung entlang geführt,
35 zusammengefasst und anschliessend in der Aufwickleinheit 8 gewickelt. Unterhalb der sogenannten Blaskerze oder Abkühleinheit 5 übernimmt ein Positionierfadenführer 6 mit einer ringförmigen, geometrischen Anordnung die Fixierung der Filamente 4. Er kann gleichzeitig auch zur Präparierung der Filamente 4 dienen.

[0117] Beispiel 1 (zentrale Kühlvorrichtung) zeigt, wie sich gegenüber Vergleichsbeispiel 2 (Querstromanblasung) die Qualität in Bezug auf die Gleichmässigkeit (Uster-Werte und Uster 1/2-Werte) und die Qualität (Qualitätszahl) deutlich
40 verbessert. Die im Beispiel 3 gezeigten Werte bestätigen, dass, unter Verwendung der erfindungsgemässen Vorrichtung, die Qualität eines Garnes bestehend aus sehr viel Mikrofilamenten deutlich besser ist, als die im Vergleichsbeispiel 5 genannten, unter Verwendung einer Vorrichtung nach dem Stand der Technik. Das Beispiel 4 macht deutlich, dass unter Verwendung des erfindungsgemässen Verfahrens mit der erfindungsgemässen Vorrichtung die Lochanzahl gesteigert und eine wesentlich bessere Qualität erreicht wird, als bei Verwendung einer Vorrichtung nach dem Stand
45 der Technik. Mit Hilfe der Querstromanblasung war die Herstellung derartig hochkapillarer Produkte bei gleichem Düsendurchmesser nicht möglich. Diese bessere Qualität des erfindungsgemässen Verfahrens in Verbindung mit der erfindungsgemässen Vorrichtung kann ausgenutzt werden um die Verfahrensgeschwindigkeit gegenüber Systemen aus dem Stand der Technik zu erhöhen.

[0118] Die in den Beispielen 3 und 5 genannte Lochzahl eignet sich ebenfalls, um aus dieser Spinnösenplatte zwei
50 Einzelbündel à 144 Filamente zu spinnen. Die Spinnösenplatte des Beispiels 2 würde sich eignen drei Einzelbündel à 120 Filamente zu spinnen.

[0119] Entgegen den Erwartungen haben sich Mikrofilamentgarne bisher trotz ihrer Vorteile für den Verbraucher nicht in dem erwarteten Masse durchsetzen können. Wesentliche Gründe dafür sind die schwierige Beherrschbarkeit einer gleichmässigen Anfärbung solcher Garne im Vergleich zu Garnen des normalen Filamenttiterbereichs und die zwangs-
55 läufig reduzierte Produktionsgeschwindigkeit der weiterverarbeitenden Prozesse.

[0120] Mit dem erfindungsgemässen Verfahren erhält man nun ein Garn mit Einzelfilamenten in hoher Titergleichmässigkeit, welches sich durch seine verbesserten textilphysikalischen Eigenschaften, insbesondere eine hervorragende Anfärbegleichmässigkeit auszeichnet und mit erhöhter Produktionsgeschwindigkeit hergestellt werden kann.

[0121] Wie der Fachmann weiss, ist die Uster-Ungleichmässigkeit eine wesentliche Kenngrösse für die Qualitätsbeurteilung eines Filamentgarnes bezüglich der zu erwartenden Gleichmässigkeit des Filamenttitors, der textilphysikalischen Eigenschaften und der Anfärbung dieses Garnes im fertigen Flächengebilde. Je höher der gemessene Usterwert ist, um so schlechter wird beispielsweise die spätere Färbegalität ausfallen. Besonders störend sind langweilig variierende Färbearaffinitäten, da sie im fertigen Flächengebilde wesentlich deutlicher in Erscheinung treten, als kurzperiodische Fehler. Solche Färbefehler können zu ernsthaften Verarbeitungsproblemen und zu teuren Reklamationen führen. Als Kenngrösse für eine problemlose färberische Weiterverarbeitung kann der in Prozent ausgedrückte Uster-Wert $U\frac{1}{2}$, zugrunde gelegt werden. Bei Garnen im normalen Filamenttiterbereich werden hier üblicherweise Werte für U von 0,40 bis 0,70 % und für $U\frac{1}{2}$ von 0,25 bis 0,65 % erreicht. Bei solchen Garnen werden in der Regel keine Färbeprobleme beobachtet.

[0122] Bei Mikrofilamentgarnen, die nach dem Stand der Technik gesponnen wurden, sind überhöhte Werte von 0,70 bis 0,95 üblich. Unter Anwendung des erfindungsgemässen Verfahrens gelingt es, Filamentgarne im färberisch sicheren Bereich von 0,25 bis 0,70 % für $U\frac{1}{2}$ zu produzieren. Ein zusätzlicher Vorteil des erfindungsgemässen Verfahrens liegt in der Erhöhung der Reinigungszyklenzeit der Düsenoberfläche um bis zu 45 % durch tiefere Oberflächentemperaturen der Spinn Düsenplatte.

[0123] Nach dem Stand der Technik ist es bekannt, dass zur Produktion von Filamenten aus Polymeren mit einem Filamenttiter unter 1 dtex/Filament zur Verbesserung der Spinnperformance höhere Spinntemperaturen angewendet werden müssen. Die erhöhten Temperaturen haben aber den Nachteil, dass sich die Polymerschmelze im Spinnbalken und Düsenpaket beschleunigt thermisch zersetzt.

[0124] Überraschend hat sich gezeigt, dass sich im erfindungsgemässen Verfahren bei Einsatz der erfindungsgemässen Vorrichtung die Oberflächentemperatur homogen über die ganze Spinn Düsenplatte bis zu 5°C, bevorzugt sogar bis zu 10°C abgesenkt werden kann. Die niedrigere Temperatur der Spinn Düse hat zur Folge, dass die thermische Zersetzungsrates der aus den Kapillarbohrungen austretenden Polymerschmelze an der Oberfläche erniedrigt ist und sich dadurch die Düsenreinigungsintervalle verlängern.

[0125] Die dadurch ebenfalls auftretende höhere Fadenspannung stabilisiert die Filamente und führt somit zu einer erhöhten Gleichmässigkeit, bzw. zu einem sehr niedrigen Uster-Wert. Überraschend hat sich auch gezeigt, dass durch die Anwendung der erfindungsgemässen Vorrichtung im erfindungsgemässen Verfahren die textilphysikalischen Garn-eigenschaften verbessert werden. So steigt z.B. insbesondere die sogenannte Qualitätszahl auch bei konstanter Produktionsgeschwindigkeit an und auch die Cv-Dehnung und die Cv-Festigkeit werden verbessert. (Beispiel 1). Das erfindungsgemässe Verfahren eignet sich in hervorragender Weise für textile Mikrofilamentgarne, die in spezieller Weise weiterbehandelt werden sollen. Dazu kann das Filamentbündel vor dem Wickeln zusätzlich verwirbelt und gegebenenfalls ein weiteres Mal mit Präparation beaufschlagt werden.

[0126] Es eignet sich auch, wenn das Filamentbündel vor dem Aufwickeln mittels Galetten beheizt oder gekühlt und gleichzeitig oder anschliessend verstreckt, geschrumpft, gekräuselt und/oder verwirbelt werden soll.

[0127] Die Reduktion von Filament- und Fadenbrüchen, wie sie in den Beispielen aufgezeigt wird, macht das Verfahren besonders geeignet für das Spinnen bei hohen Spinn-geschwindigkeiten wie sie für die Herstellung von hoch orientiertem Filamentgarn praktiziert wird.

[0128] Darüber hinaus ermöglicht die intensive Kühlung der Vorrichtung eine Verkürzung der Konvergenzlänge, wodurch geringere Spinnfadenspannungen möglich werden. Dadurch wird gegenüber den konventionellen Verfahren ein problemloses galettenfreies Arbeiten bei hohen Abzugsgeschwindigkeiten praktikabel.

[0129] Das Verfahren wird vorteilhaft zum Verspinnen von Mikrofilamentgarnen aus thermoplastischen Polymeren verwendet, wobei solche aus Polyamid, Polyester oder Polyolefinen bevorzugt sind.

[0130] Die Erfindung beinhaltet auch die nach dem dargelegten Verfahren hergestellten Mikrofilamentgarne, die bevorzugt Einzeltiter von 0,2 bis 1,0 dtex aufweisen und insbesondere solche, die Usterwerte unter 0,9 % bei Qualitätszahlen von 9 bis 35 $\sqrt{\% \cdot \text{cN/dtex}}$ (Qualitätszahl = Festigkeit $\cdot \sqrt{\text{Dehnung}}$) zeigen.

[0131] Sie beinhaltet auch solche Mikrofilamentgarne, die in einem zusätzlichen Verfahrensschritt verstreckt, verwirbelt, geschrumpft, gekräuselt oder bei besonders hohen Verfahrensgeschwindigkeiten zu hochorientierten-Filamentgarnen weiterbehandelt werden sollen.

[0132] Dieser Verfahrensschritt wird vorteilhafterweise in das erfindungsgemässe Verfahren vor dem Wickeln integriert.

Beispiele:	Erfindungsg. Vorrichtung	Standard / Querstrom
Beispiel	1	2
Polymer	PET	PET
Rel. Viskosität [1% m-Kresol, 25°C]	1.64	1.64
Schmelztemperatur [°C]	290	296
Spinndüsendurchmesser [mm]	70	70
Lochanzahl	144	144
innerer Durchmesser [mm]	40	0
äusserer Durchmesser [mm]	56	56
Lochdicke [Stück/cm²]	11.9	5.8
Durchsatz [g/min]	36.1	36.4
Kerzenlänge [mm]	350	-
Kerzendurchmesser [mm]	34	-
Abstand S [mm]	3	20
Anblaslänge [mm]	350	600
Blaslufgeschwindigkeit [m/sek]	0.35	0.35
Blaslufthtemperatur [°C]	21	21
Konvergenzlänge [mm]	560	600
Spinnngeschwindigkeit [m/min]	2900	2900
Gesamtiter [dtex]	124.9	125.9
Kapillartiter [dtex]	0.87	0.87
Reissdehnung [%]	109.2	111.1
CV Reissdehnung [%]	2.4	2.9
Reissfestigkeit [cN/dtex]	2.75	2.58
CV Reissfestigkeit [%]	2.3	3.1
Uster [%]	0.62	0.83
Uster 1/2 [%]	0.31	0.71
Anfärbung nach Grauskala	5	4 - 5
Qualitätszahl	28.7	27.2
Fadenbrüche [Stück/t]	0.3	2.2
Flusen [Stück/10 000 m]	0.4	2.3

		Erfindungsgemässe Vorrichtung	Erfindungsge- mässe Vorrichtung	Standard Quer- strom
5	Beispiel	3	4	5
	Polymer	PET	PET	PET
	Rel. Viskosität [1% m-Kresol, 25°C]	1.64	1.64	1.64
10	Schmelztemperatur [°C]	290	290	296
	Spinndüsendurchmesser [mm]	70	70	95
	Lochanzahl	288	360	288
	innerer Durchmesser [mm]	40	43	0
15	äusserer Durchmesser [mm]	56	56	73
	Lochdicke [Stück/cm²]	23.9	35.6	6.9
	Durchsatz [g/min]	53.0	43.2	54.0
20	Kerzenlänge [mm]	300	280	-
	Kerzendurchmesser [mm]	22	24	-
	Abstand S [mm]	2	1	20
	Anblaslänge [mm]	300	280	600
25	Blasluftgeschwindigkeit [m/sek]	0.38	0.38	0.3
	Blaslufttemperatur [°C]	21	21	21
30	Konvergenzlänge [mm]	550	550	590
	Spinnengeschwindigkeit [m/min]	2400	2215	2400
	Gesamtiter [dtex]	221.4	195.4	225.6
	Kapillartiter [dtex]	0.77	0.54	0.78
	Reissdehnung [%]	105.0	100.4	109.9
35	CV-Reissdehnung [%]	3.1	3.3	7.2
	Reissfestigkeit [cN/dtex]	2.68	2.70	2.48
	CV-Reissfestigkeit [%]	3.2	3.6	6.1
40	Uster [%]	0.82	1.14	1.64
	Uster 1/2 [%]	0.62	0.68	1.41
	Anfärbung nach Grauskala	5	5	4
	Qualitätszahl	27.5	27.1	26.0
45	Fadenbrüche [Stück/t]	0.3	1	5.7
	Flusen [Stück/10 000 m]	1.1	1.3	4.0

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Herstellen von Mikrofilament-Garnen aus thermoplastischen Polymeren mit maximal 500 dtex Gesamtiter und mit Filament-Einzeltitern von maximal 1 dtex und hoher Titer-Gleichmässigkeit, bestehend aus:

- einer Spinndüsenplatte mit Kapillar-Bohrungen in ringförmiger Anordnung und einer Lochdicke L/A von bis 40 Loch/cm² wirksamer Austrittsfläche,

- einer mit einem Abstand S unter der Spinnöse zentral positionierbaren und fixierbaren luftdurchlässigen aktiven Abkühlereinheit (5) für temperierte Luft
 - einer Einfahr-Vorrichtung (7) mit integrierten Luftzuführungen für die Abkühlereinheit (5),
 - mindestens einem Fadenleitorgan (9) aus der Gruppe Fadenführer oder Leitblech,
 - 5 • mindestens einer Präparationsauftragseinrichtung,
 - einem Fadenwächter, der (wahlweise) mit einer Steuerung für die Einfahr-Vorrichtung (7) kombiniert ist und
 - mindestens einer Aufwickleinheit (5)
- wobei die gemeinsam aus der Spinnöse gesponnenen Filamente (4) einzeln oder in mehr als ein separates Filamentbündel geteilt, so geführt, mit Präparation versehen und aufgewickelt sind,
- 10 wobei der Abstand S titerabhängig nach der Formel

$$S = \frac{1.4 \times \exp(2.01 \times TEK)}{\sqrt[4]{RL}} - 1 \text{ [mm]}$$

15

S = Abstand Düsenplatte in [mm]
 TEK = Titer Einzelkapillare in dtex
 RL = Anzahl hintereinander liegender Lochreihen auf der Düsenplatte

20

auf maximal 35 mm
 und wobei die kühlwirksame Länge L_k der Abkühlereinheit titer- und spinnengeschwindigkeitsabhängig einstellbar ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1,
 25 **dadurch gekennzeichnet, dass**
 die ringförmige Anordnung der Düsenlöcher unterbrochen oder in Gruppen aufgeteilt ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
 30 die Filamente aus einer Spinnösenplatte (2) mit Hilfe der Fadenleitorgane (9) in mindestens zwei separate Filamentbündel aufteilbar sind.
4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
 35 der Abstand S zwischen Spinnösenplatte (2) und Abkühlereinheit (5) mit einer Isolation versehen ist.
5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
 die Isolation mit Heiz- oder mit Kühlelementen versehen ist.
- 40 6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
 der Abstand S 0.1 bis 35 mm beträgt.
- 45 7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
 der Abstand S 1 bis 10 mm beträgt.
8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
 50 **dadurch gekennzeichnet, dass**
 die aktive Abkühlereinheit aus luftdurchlässigem Gewebe besteht.
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet, dass
 55 die aktive Abkühlereinheit aus mindestens einem perforierten einseitig geschlossenen Rohrteil besteht.
10. Vorrichtung nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet, dass

die Abkühleinheit (5) aus einem nach oben und einem nach unten gerichteten Rohrteil besteht.

11. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
5 die Abkühleinheit (5) durch die Einfahr-Vorrichtung (7) horizontal und vertikal oder auf einem zirkularen Einschwenkweg (13) positionierbar und mit einem Zentrierdorn düssensymmetrisch fixierbar ist.
12. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
10 die Abkühleinheit (5) bei Störungen selbsttätig aus dem Fadenlauf hinaus in eine Servicestellung verfahrbar ist.
13. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
15 die Bewegung der Einfahr-Vorrichtung (7) beim Ein- und Ausfahren vorwiegend in horizontaler und beim Zentrieren gegenüber der Düsenplatte (2) vorwiegend in vertikaler Richtung erfolgt.
14. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
20 die Einfahr-Vorrichtung (7) mechanisch, pneumatisch oder elektronisch steuerbar ist.
15. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Einfahr-Vorrichtung (7) durch Oberflächengestaltung oder Perforierung filamentabweisend gestaltet ist.
- 25 16. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Einfahr-Vorrichtung (7) einen kreisförmigen Einfahrweg (13) um eine Achse (14) auf weist, wobei die Schwenkbewegung via einen Hebel (16), an dem ein zweiter Hebel (19) über einen Lagerpunkt (18) angelenkt ist, übertragbar ist, wobei dieser zweite Hebel (19) via eine Traverse (20) einen pflugscharähnlichen Fadenteiler (21) trägt,
30 sodass dieser Fadenteiler (21) einerseits um den Lagerpunkt (18) und andererseits gemeinsam mit der Abkühleinheit (5) um die Achse (14) schwenkbar ist, wodurch während des Einschwenkens der Abkühleinheit (5) in den Fadenlauf, diese zunächst vom Fadenteiler (21) über deckt wird, so dass der Fadenteiler (21) zuerst in den Fadenlauf eintaucht und diesen teilt, sodass die Abkühleinheit (5) von den Filamenten nicht berührt wird, bis die Abkühleinheit (5) ihre vertikale Endstellung nahezu erreicht hat und sich vollständig unterhalb des nicht durch
35 Kapillarbohrungen perforierten Zentralbereichs der Spindüsenplatte (2) befindet, wonach der Fadenteiler (21) um den Lagerpunkt (18) aus dem Fadenlauf aus schwenkt und den Weg der Filamente (4) freigibt.
17. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
40 die Abkühleinheit in Länge und Durchmesser variierbar ist, wobei der Durchmesser im Bereich zwischen 10 und 106 mm liegt und mindestens 1 mm kleiner ist, als der Innendurchmesser des kleinsten Kreises der ringförmig angeordneten Kapillar-Bohrungen.
18. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
45 die Abkühleinheit (5) in ihrer kühlungswirksamen Länge L_k und in der Ausführung ihrer Perforation auf die abzukühlenden Filamente in Titer und Spinnengeschwindigkeit abgestimmt ist.
19. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
50 die Luft auf 15 bis 200°C temperierbar ist.
20. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
55 dass die Austrittsgeschwindigkeit und/oder die Austrittstemperatur und/oder die Austrittsrichtung der Luft über die Länge L_k der Abkühleinheit (5) variabel, auf Titer und Spinnengeschwindigkeit der Filamente (4) abgestimmt, einstellbar sind.

21. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
Fadenführer (9) und Präparationsauftragseinrichtung (11) höhenverstellbar sind, womit auch der Verfestigungspunkt der Filamente mindestens 1 bis 40 mm vor dem wirksamen Ende der Abkühleinheit (5) einstellbar ist.
22. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Fadenführer (9) als Stützring oder als Trichter mit oder ohne zusätzliche Luftabgabe gestaltet ist.
23. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Fadenführer (9) tropfenförmig gestaltet ist.
24. Verfahren zum Herstellen von Mikrofilament-Garnen aus thermoplastischen Polymeren mit maximal 500 dtex Gesamttiter und mit -Einzeltitern der Filamente von maximal 1 dtex und hoher Titer-Gleichmäßigkeit mit der Vorrichtung nach den Ansprüchen 1 bis 23 mit den Schritten
- Schmelzspinnen der Filamente mit einem Gesamttiter von 22 bis 500 dtex
 - mit einer Spinnengeschwindigkeit von 2000 bis 7000 m/min,
 - Abkühlen der Filamente mit temperierter Luft mit einer Abkühleinheit mit der kühlwirksamen Länge Lk im Abstand S von der Spindüsenplatte, Aufteilen der Filamente an separaten Führungsorganen in ein oder mehrere separate Filamentbündel,
 - Beaufschlagen der Filamentbündel mit Präparation,
 - Aufwickeln der separaten Filamentbündel mit einer Geschwindigkeit von 2000 bis 7000 m/min,
- wobei der Abstand S titerabhängig nach der Formel
- $$S = \frac{1.4 \times \exp(2.01 \times TEK)}{\sqrt[4]{RL}} - 1 \text{ [mm]}$$
- S = Abstand Düsenplatte in [mm]
TEK = Titer Einzelkapillare in dtex
RL = Anzahl hintereinander liegender Lochreihen auf der Düsenplatte
- auf maximal 35 mm eingestellt wird und
wobei die Oberfläche der Düsenplatte gegenüber der Schmelztemperatur eine über die gesamte Düsenplatte homogene Abkühlung bis zu 10°C erfahren kann und
wobei der Verfestigungspunkt der Filamentbündel in Abhängigkeit von Titer und Spinnengeschwindigkeit auf 1 bis 40 mm über dem Ende der kühlwirksamen Länge Lk der Abkühleinheit eingestellt wird.
25. Verfahren nach Anspruch 24,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Einzeltiter der Filamente zwischen 0,1 und 1 dtex liegt
26. Verfahren nach Anspruch 24 oder 25,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Abstand S isoliert, gekühlt oder beheizt wird.
27. Verfahren nach Anspruch 24 bis 26,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Abstand S 0,1 bis 35 mm eingestellt wird.
28. Verfahren nach Anspruch 24 bis 27,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Abstand S 1 bis 10 mm eingestellt wird.
29. Verfahren nach Anspruch 24 bis 28,
dadurch gekennzeichnet, dass

eine auf Titer und Spinnengeschwindigkeit der Filamente abgestimmte Luft-Geschwindigkeit über die effektiv kühlwirksame Länge L_k der Abkühleinheit variabel zwischen 0,05 und 0,7 m/sec eingestellt wird.

- 5 30. Verfahren nach Anspruch 24 bis 29,
dadurch gekennzeichnet, dass
in der Abkühleinheit temperierte Luft mit einer Temperatur zwischen 15 und 200°C verwendet wird.
- 10 31. Verfahren nach Anspruch 30,
dadurch gekennzeichnet, dass
temperierte Luft von 10°C bis 30°C unter dem T_G des Polymeren verwendet wird.
- 15 32. Verfahren nach Anspruch 24 bis 31,
dadurch gekennzeichnet, dass
in verschiedenen Bereichen der Abkühleinheit unterschiedlich temperierte und/oder gerichtete Luft eingesetzt wird.
- 20 33. Verfahren nach Anspruch 24 bis 32,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Verfestigungspunkt der Filamentbündel in Abhängigkeit von Titer und Spinnengeschwindigkeit 1 bis 40 mm über dem wirksamen Ende der Abkühleinheit eingestellt wird.
- 25 34. Verfahren nach Anspruch 24 bis 33,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Präparation über einen Ringspalt oder durch Aufsprühen aufgetragen wird.
- 30 35. Verfahren nach Anspruch 24 bis 34,
dadurch gekennzeichnet, dass
als synthetische Polymere Polyamide, Polyester oder Polyolefine eingesetzt werden.
- 30 36. Mikrofilamentgarne mit hoher Titer-Gleichmäßigkeit, hergestellt nach dem Verfahren der Ansprüche 24 bis 35,
dadurch gekennzeichnet, dass
sie Filament-Einzeltiter vom 0,1 bis 1,0 dtex aufweisen.
- 35 37. Mikrofilamentgarne nach Anspruch 36,
dadurch gekennzeichnet, dass
sie Usterwerte U unter 1,2% und U ½ unter 0,8% aufweisen.
- 40 38. Mikrofilamentgarne nach Anspruch 36 oder 37,
dadurch gekennzeichnet, dass
diese im Verfahren integriert durch Verstrecken, Verwirbeln, Schrumpfen, Kräuseln weiterbehandelt sind.
- 45 39. Mikrofilamentgarne nach Anspruch 37 oder 38,
dadurch gekennzeichnet, dass
diese durch hohe Spinnengeschwindigkeiten zu Fäden mit hoher Orientierung weiterbehandelt sind.

50

55

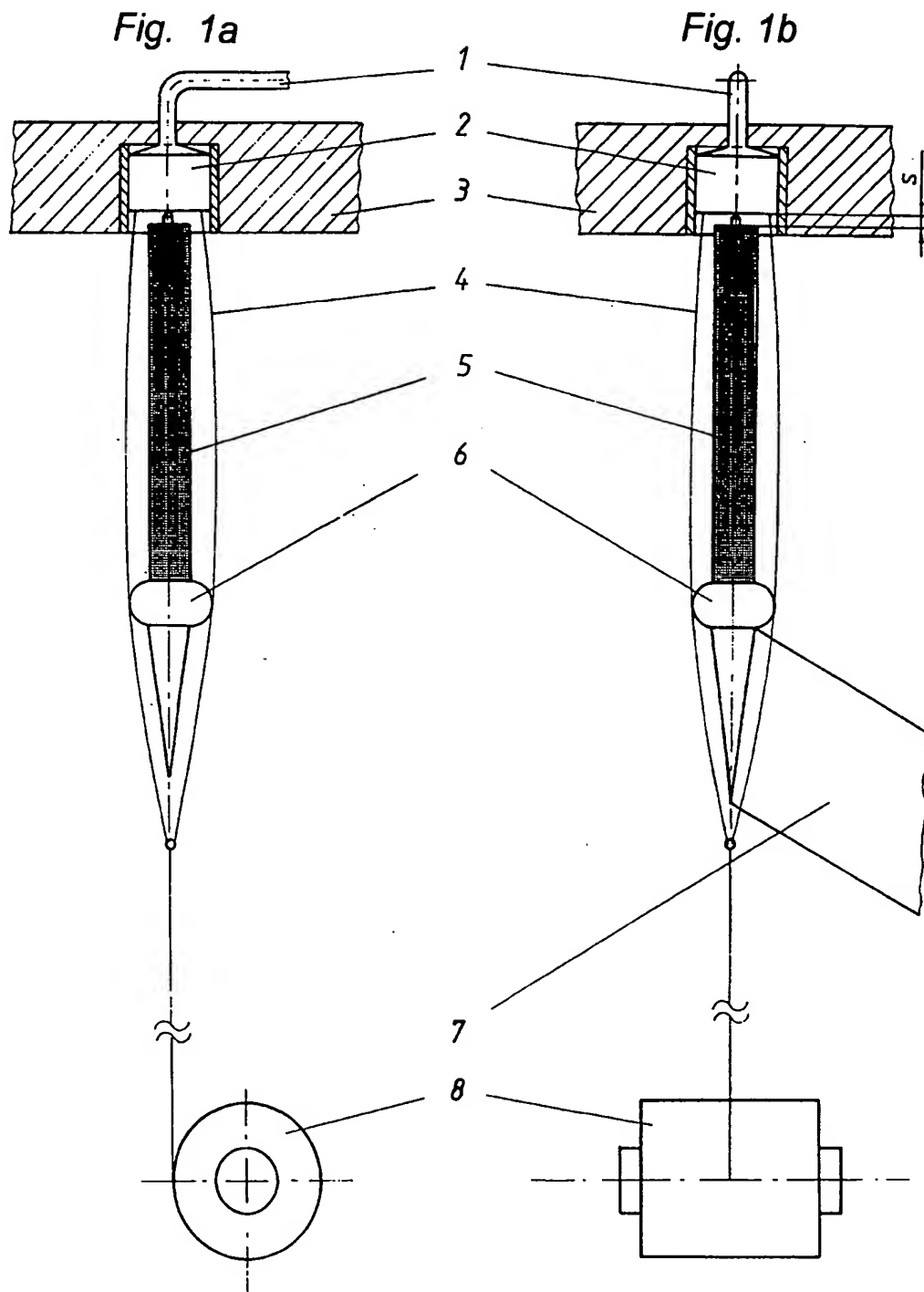


Fig. 3

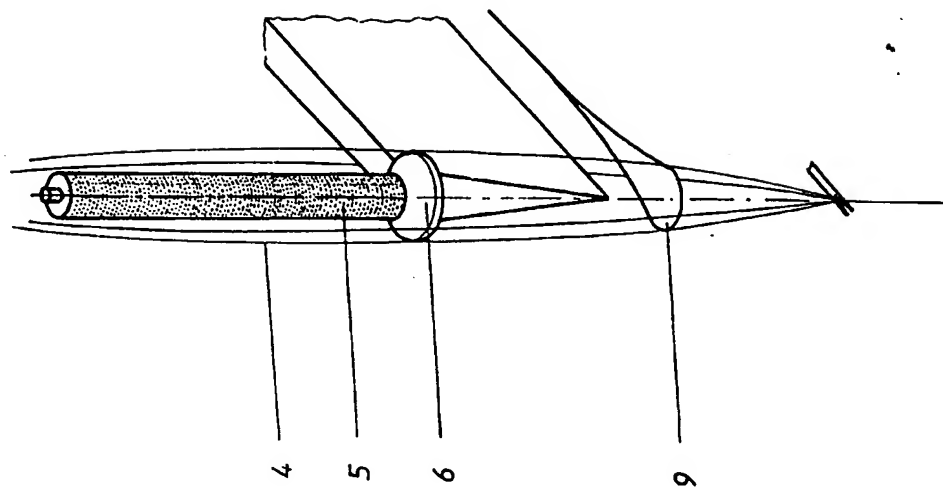


Fig. 2a

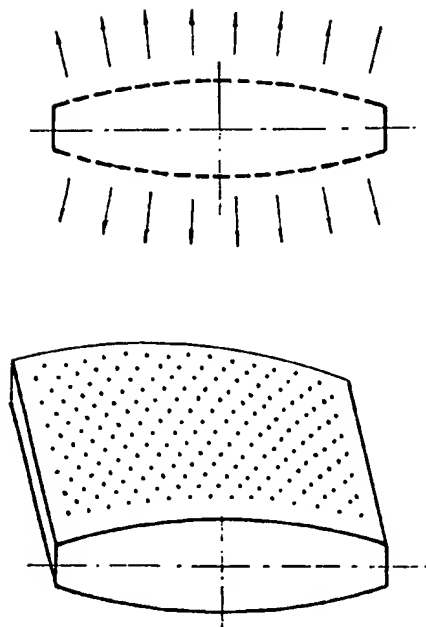


Fig. 2b

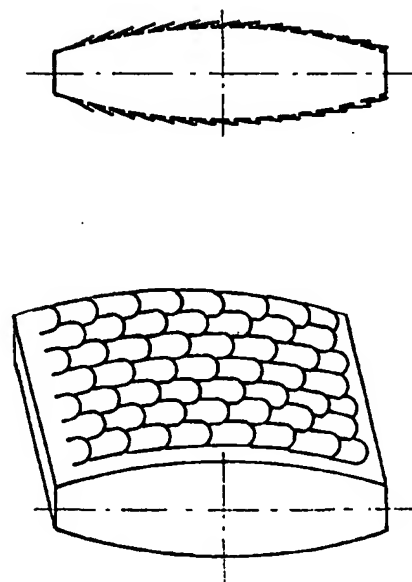


Fig. 4b

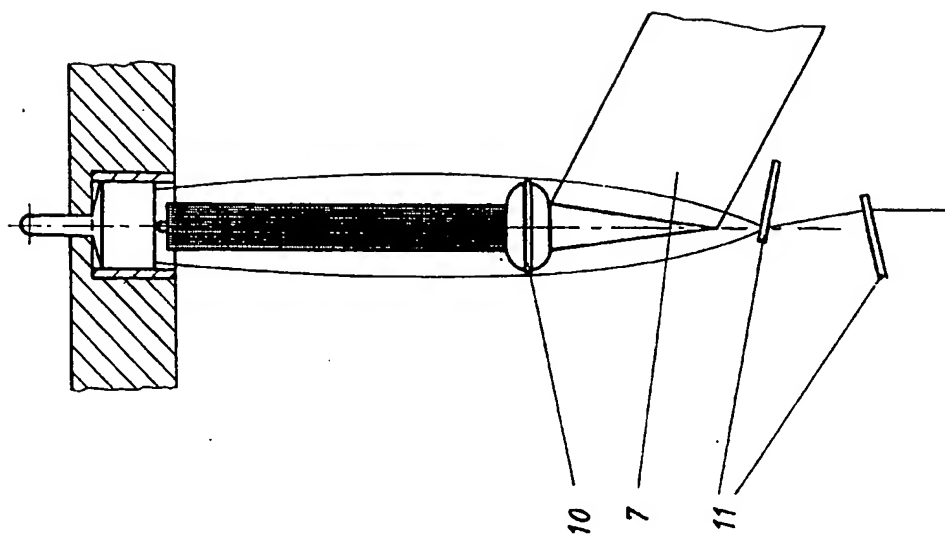


Fig. 4a

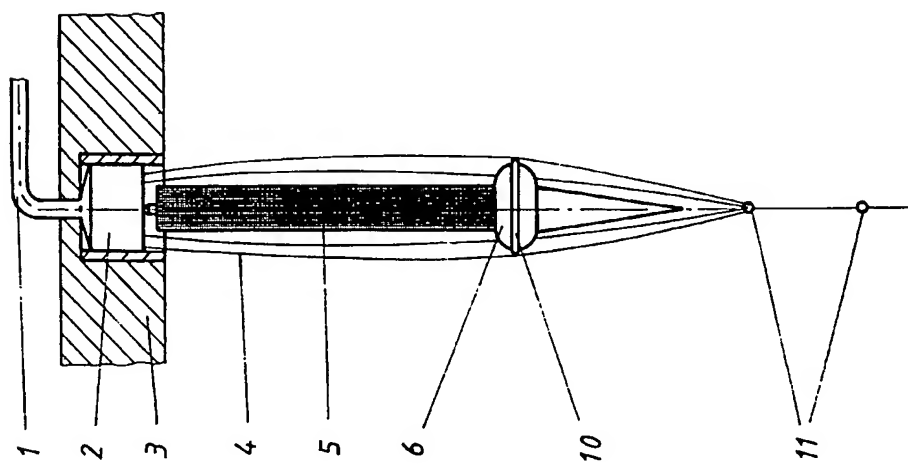


Fig. 6b

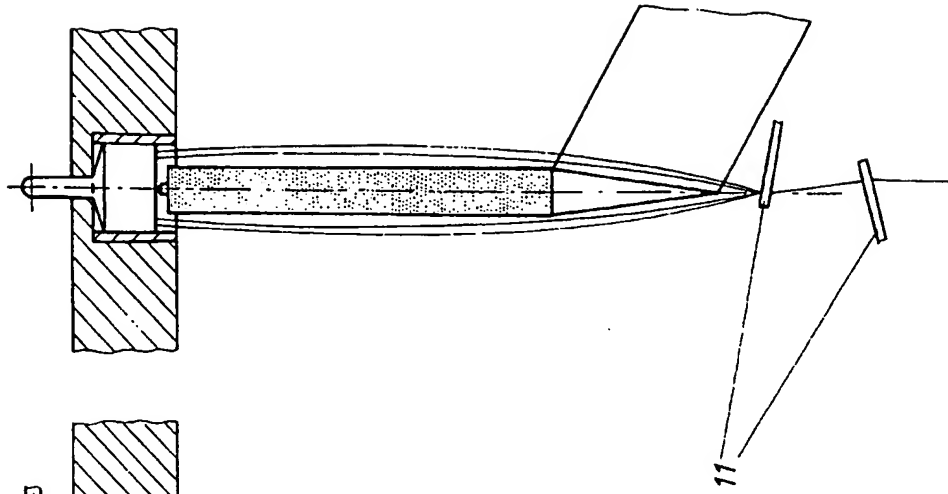


Fig. 6a

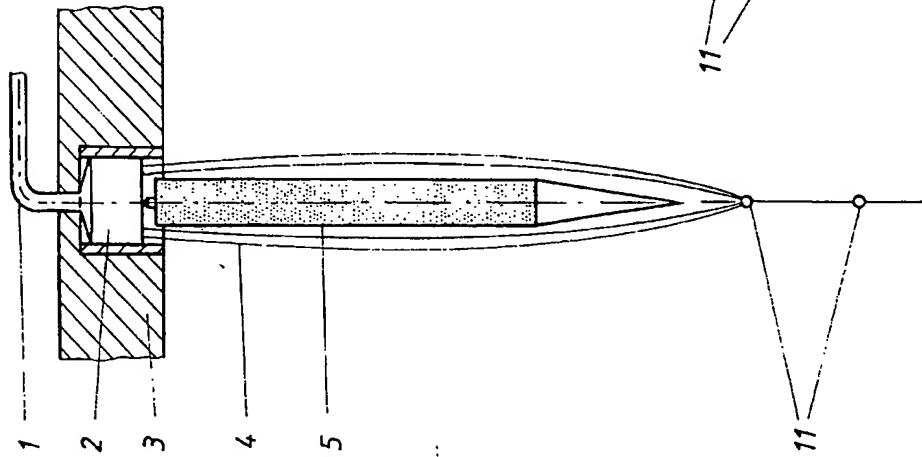


Fig. 5b

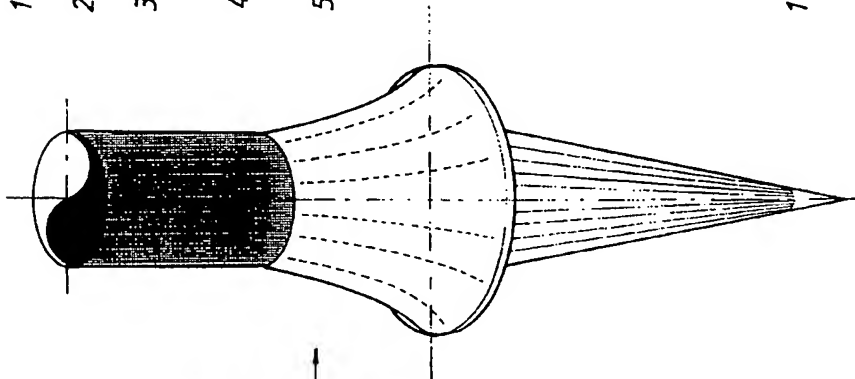


Fig. 5a

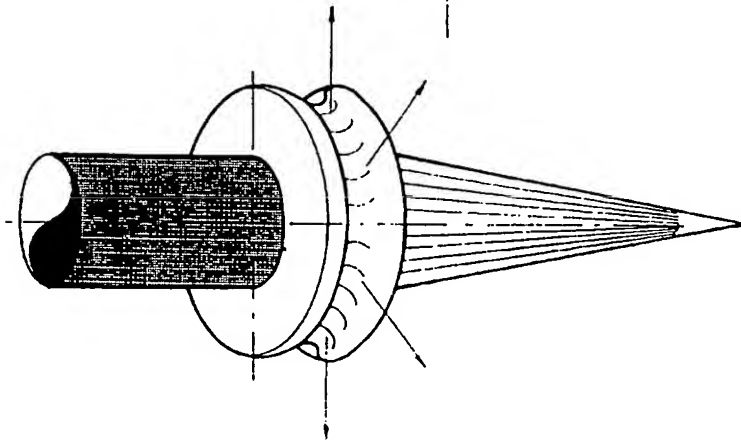


Fig. 8

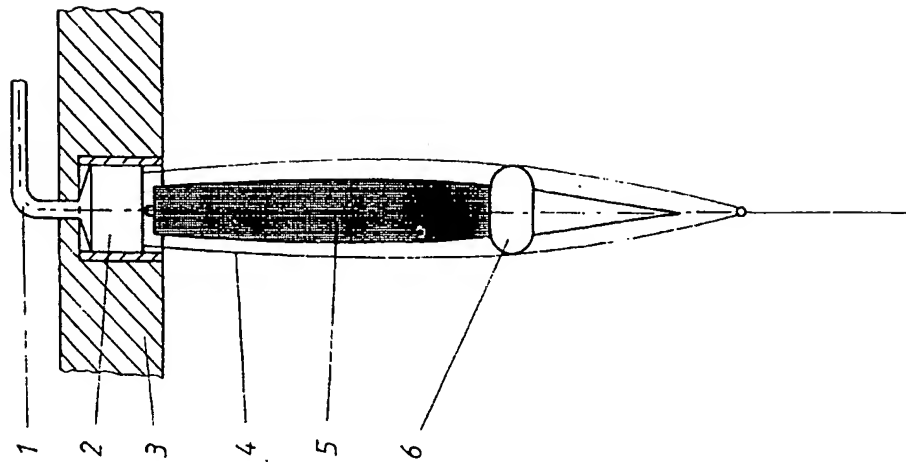


Fig. 7

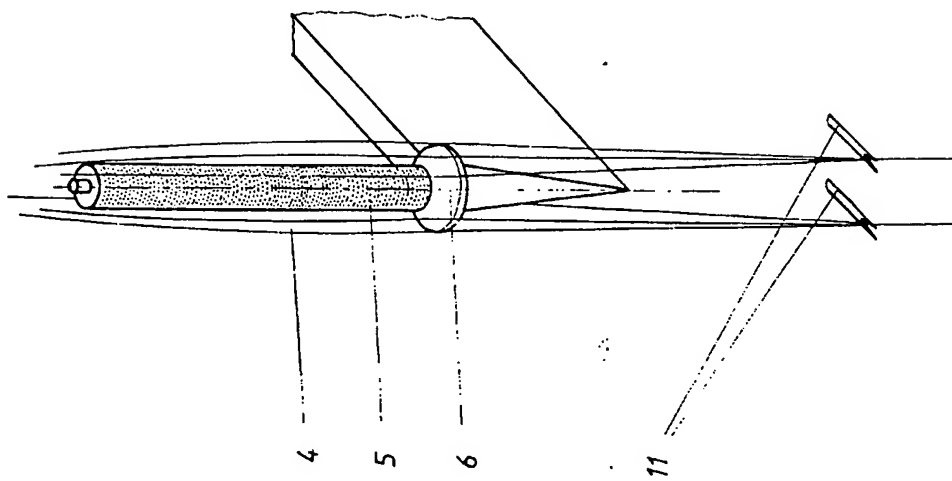


Fig. 9b

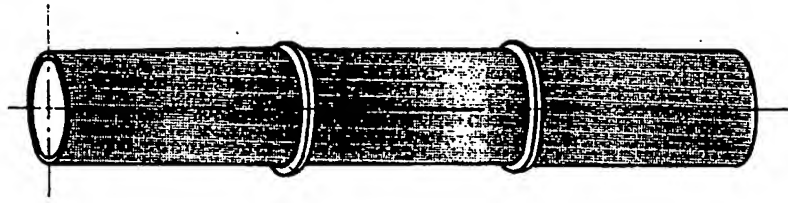


Fig. 9a

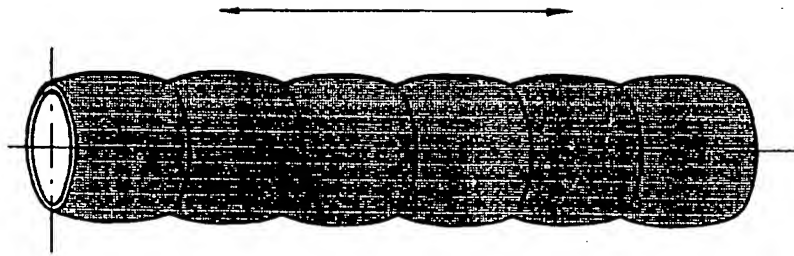


Fig. 10b

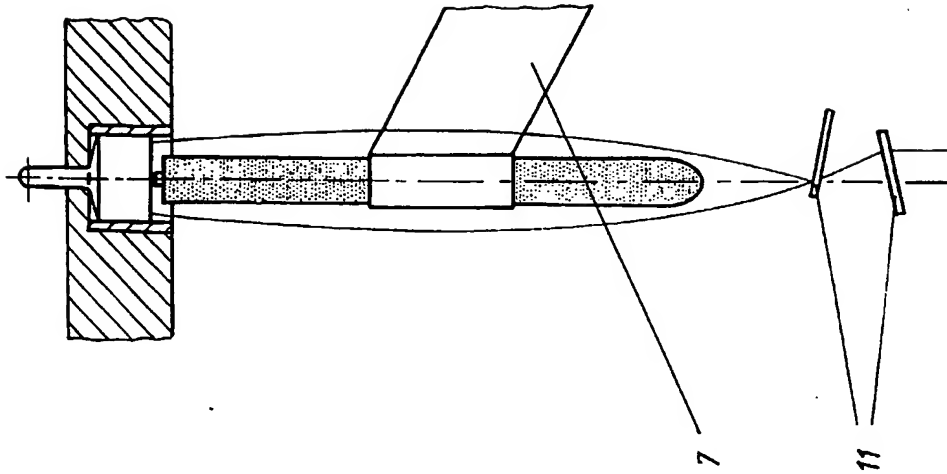
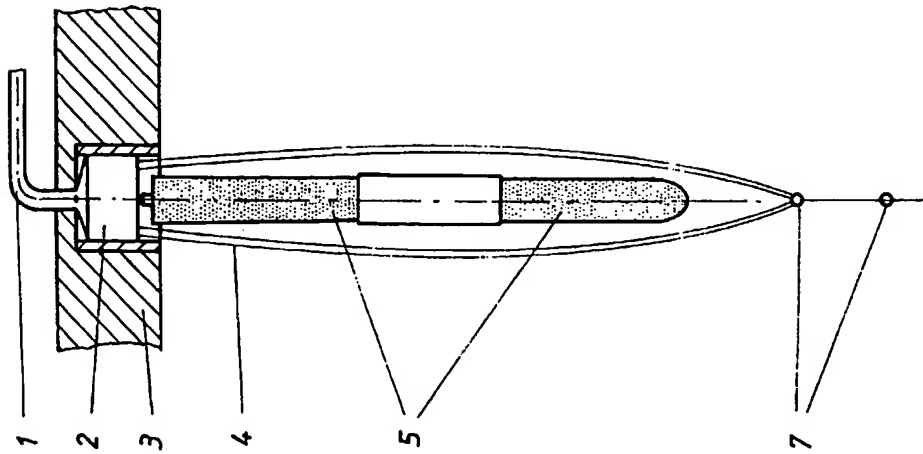
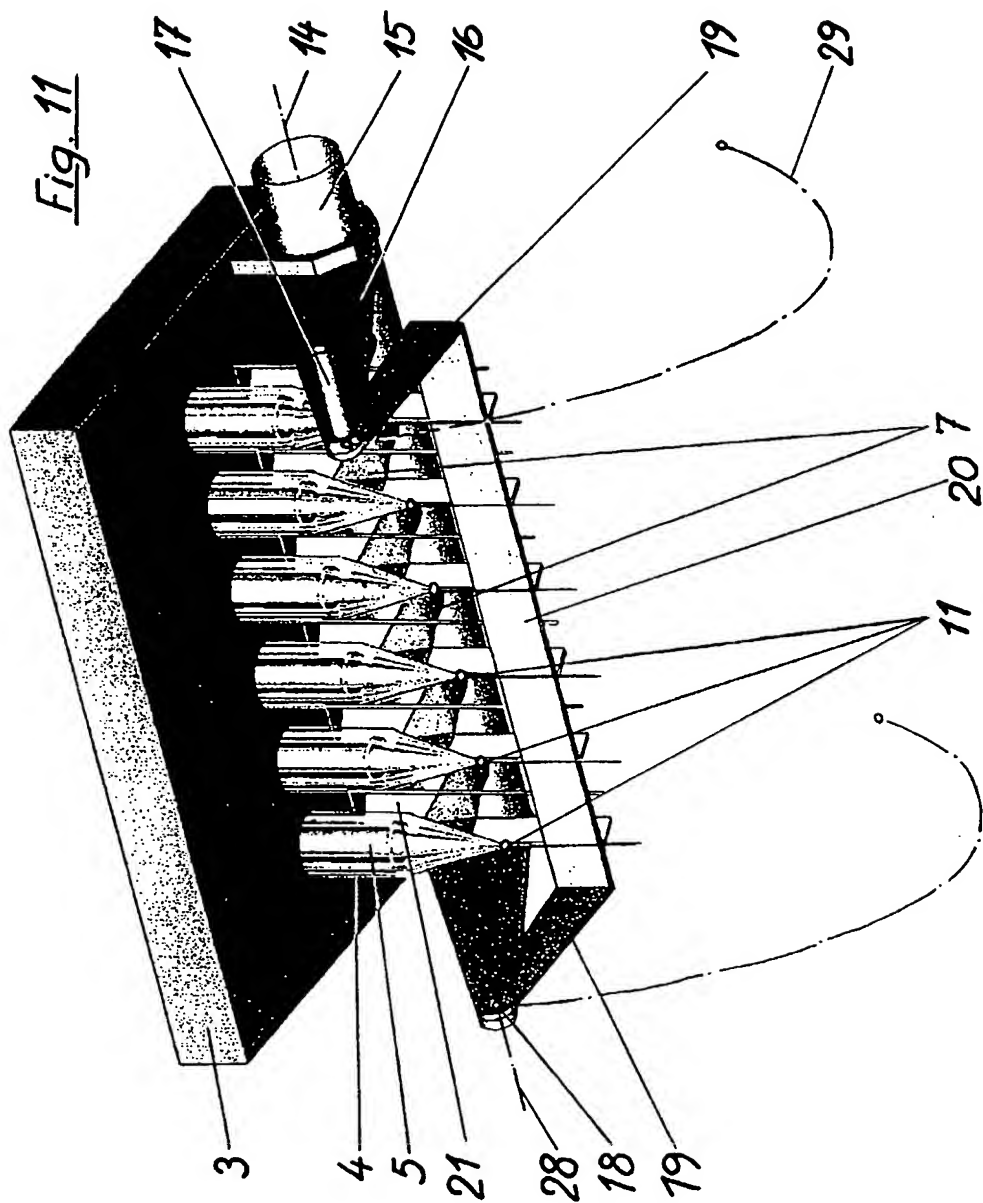


Fig. 10a





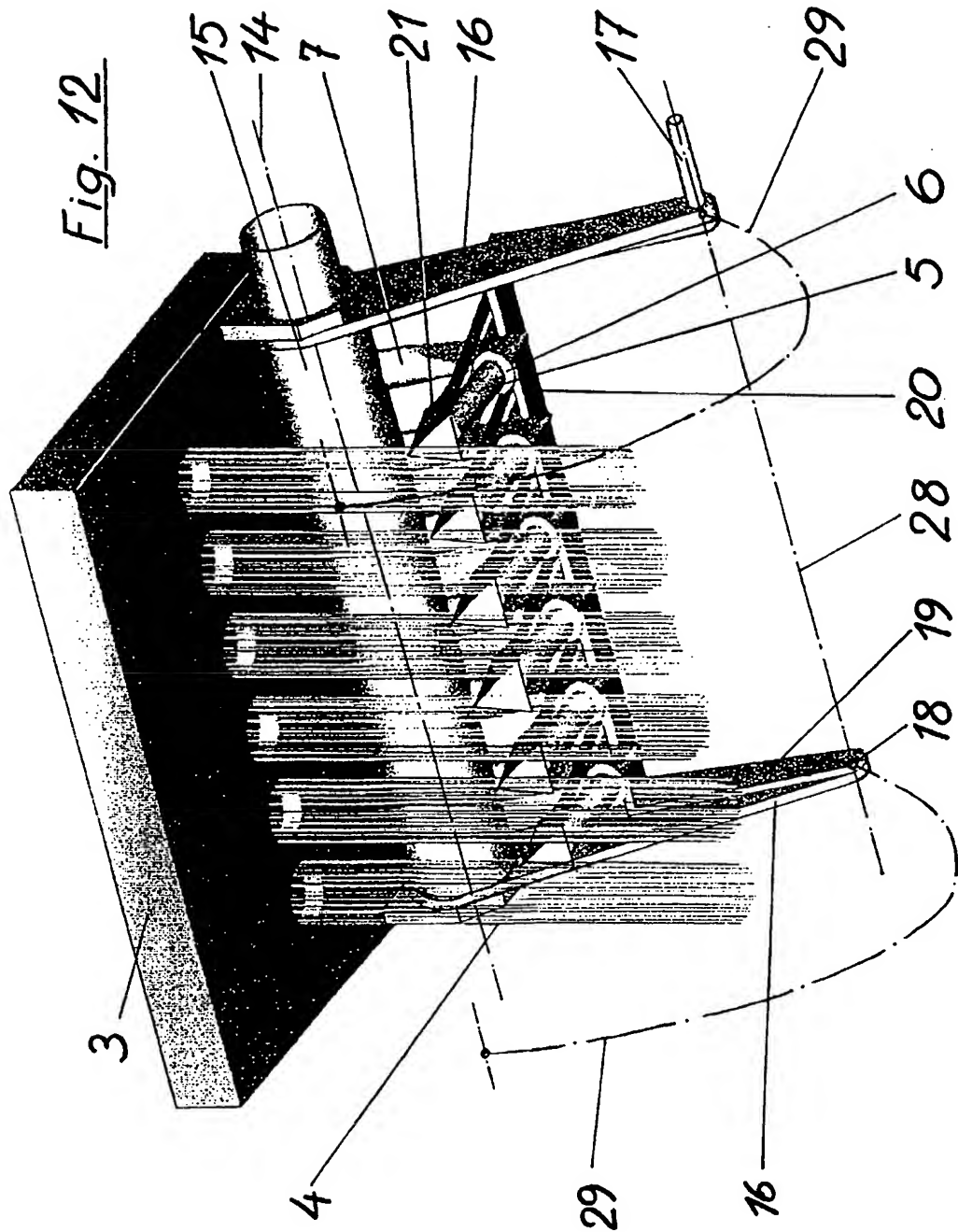
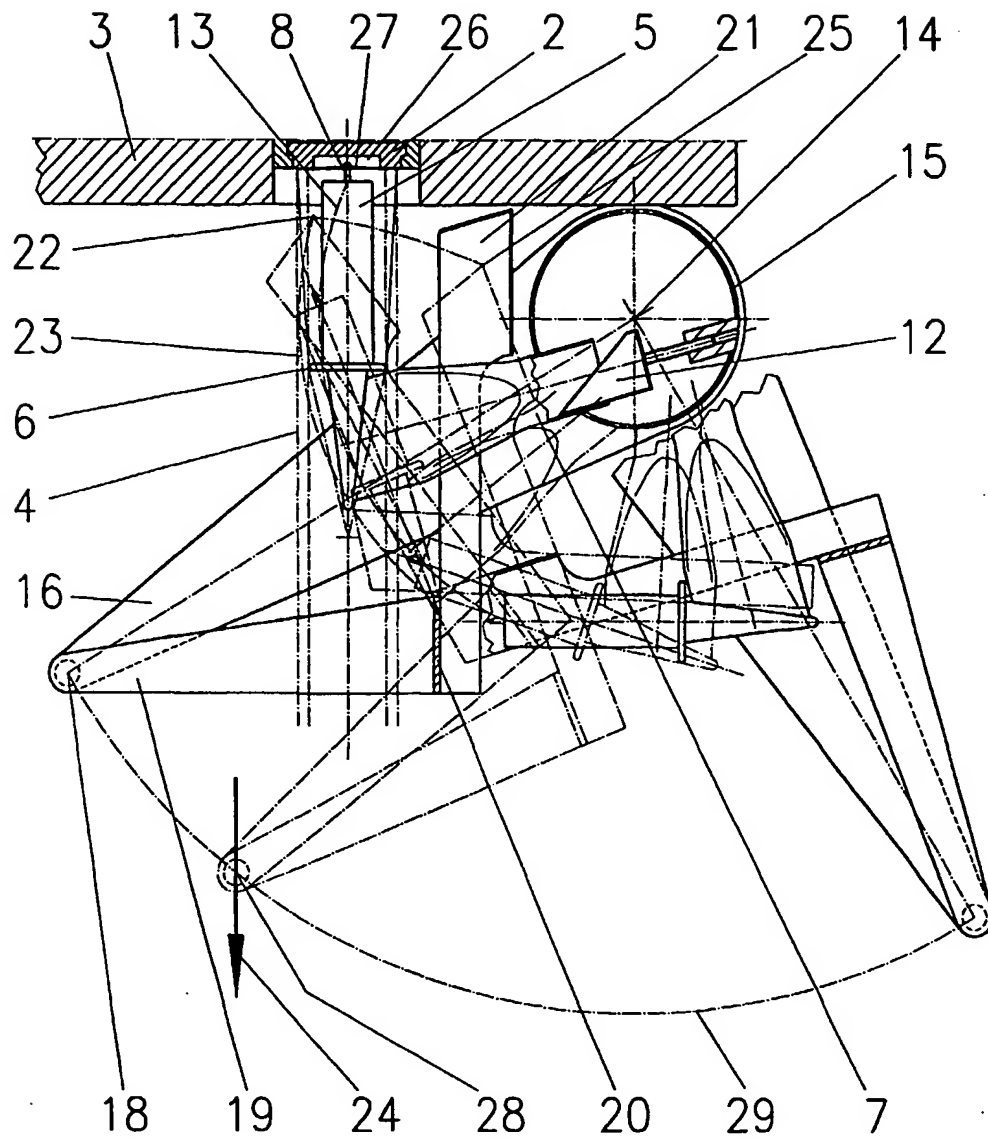


Fig.13



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.